

Gestion des virus sur plants de pomme de terre en Agriculture Biologique



Simon Le Grumelec

Promotion 117

STAGE Recherche et Innovation- 2019

MOTS clefs : Santé des plantes, Agriculture Biologique, Etude exploratoire, Filière plant de pomme de terre.

"Ce rapport fait partie du projet LIVESEED qui a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 727230 et du Secrétariat d'État suisse à l'éducation, à la recherche et à l'innovation (SERI) sous le numéro de contrat 17.00090. Les informations contenues dans ce rapport reflètent uniquement le point de vue de l'auteur. La Research Executive Agency n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations fournies".

"This report is part of LIVESEED project that has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 727230 and by the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI) under contract number 17.00090. The information contained in this report only reflects the author's view. The Research Executive Agency is not responsible for any use that may be made of the information provided."

BIBLIOGRAPHIC RECORD

AUTHOR: Simon Le Grumelec. **Promotion:** 117

Report: Virus management on seed potatoes in Organic Agriculture, 30 pages, 9 figures, 20 bibliographic references, 4 appendices.

Keywords: Plant health, Organic Agriculture, Exploratory study, Potato plant sector.

AUTHOR'S SUMMARY

INDICATIVE PLAN

Introduction

1. Bibliographical synthesis
2. Methods
3. Results
 - a. French certified organic potato seedling sector focused on serological tests
 - b. Centre of origin of the potato: traditional practices in the Andes
 - c. The actors of cultivated biodiversity
 - d. The True Potato Seed (botanical seed)
4. Perspectives identified
5. Conclusion

OBJECTIVES OF THE STUDY

The objective of the exploratory study is to identify avenues for research and innovation that would make it possible to develop a more global management of viruses in the selection of potato plants for organic agriculture, taking into account all ecosystem elements.

METHODS & TECHNIQUES

In order to achieve the objective, a bibliographic work is carried out by identifying innovative works concerning the management of viruses on the production of plants, allowing to establish the working hypotheses. In a second step, about twenty interviews are carried out based on the development of a thematic interview guide. These interviews are carried out with actors in the seedling sector, acting at different levels, with divergent visions, some wanting to free themselves from the current production system.

RESULTS

The results and perspectives that have emerged are numerous and cannot all be listed here. The results identified 5 production systems, having access or not wanting to be part of the *in vitro* based production system. Drawing on these systems, the importance of the interrelationships between pathogens, the environment and the plant during the selection process was stressed. Identifying issues and assumptions that will allow the ITAB to conduct tests. This stage of preliminary exploratory research was essential.

CONCLUSIONS

It is now up to the actors to take up the issue, to decide on the stakes and the approach to follow, knowing, with global warming in particular, that environmental conditions will evolve and be more favourable to the transmission of viruses. It would therefore be relevant to envisage a different approach to virus disease management on the selection of French seed potatoes.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

AUTEUR : Simon Le Grumelec. **Promotion :** 117

Signalement du rapport : Gestion des virus sur plants de pomme de terre en Agriculture Biologique, 30 pages, 9 figures, 20 références bibliographiques, 4 annexes.

Mots-clés : Santé des plantes, Agriculture Biologique, Etude exploratoire, Filière plant de pomme de terre.

RÉSUMÉ D'AUTEUR

PLAN INDICATIF

1. Introduction
2. Synthèse bibliographique
3. Méthodes
4. Résultats
 - a. Filière plants de pomme de terre certifiés bio française centrée sur les tests sérologiques
 - b. Centre d'origine de la pomme de terre : les pratiques traditionnels dans les Andes
 - c. Les acteurs de la biodiversité cultivée
 - d. La pomme de terre semis (semence botanique)
5. Perspectives dégagées
6. Conclusion

BUTS DE L'ETUDE

L'objectif de l'étude exploratoire est d'identifier des pistes de recherche et d'innovation qui permettraient de développer une gestion plus globale des virus sur la sélection de plant de pomme de terre pour l'agriculture biologique, qui prendrait en compte tous les éléments écosystémiques.

METHODES & TECHNIQUES

Afin d'atteindre l'objectif, un travail bibliographique est réalisé en identifiant les travaux innovant en ce qui concerne la gestion des virus sur la production de plants, permettant de poser les hypothèses de travail. Dans un second temps, il est réalisé une vingtaine d'entretiens à partir de l'élaboration d'un guide thématique d'entretien. Ces entretiens sont effectués avec des acteurs de la filières plants, agissant à différents niveaux, avec des visions divergentes, certains voulant s'émanciper du système de production actuel.

RESULTATS

Les résultats et les perspectives qui se sont dégagés sont nombreuses et ne peuvent pas être toutes énumérées ici. Les résultats ont permis d'identifier 5 systèmes de production, n'ayant pas accès ou ne voulant pas faire partie du système de production basé sur l'*in vitro* et les tests sérologiques. En s'inspirant de ces systèmes il a été souligné l'importance des inters relations entre les pathogènes, l'environnement et la plante pendant le processus de sélection. Il a été dégagé des perspectives et des pistes de recherche qui permettront à l'ITAB, de réaliser des essais. Cette étape de recherche exploratoire préalable était indispensable.

CONCLUSIONS

C'est maintenant aux acteurs de se saisir de la question, de décider des enjeux et de la démarche à suivre, sachant, avec notamment le réchauffement climatique, que les conditions environnementales vont évoluer et être plus favorables à la transmission des virus. Il serait donc pertinent d'entrevoir une approche différente de la gestion des viroses sur la sélection des plants de pommes de terre français.

Table des matières

Introduction.....	1
1. Synthèse bibliographique.....	3
1.1. Origine de la pomme de terre.....	3
1.2. Virus.....	4
1.3. Vecteur.....	4
1.4. Schéma de sélection.....	5
1.5. Avant les années 70.....	7
1.6. Méthode Lyssenko.....	8
1.7. Production de plants en montagne.....	9
2. Méthodes.....	12
3. Résultats.....	15
3.1 Filière plants de pomme de terre certifiés bio française centrée sur les tests sérologiques.....	15
3.1.1 Système actuel.....	15
3.1.1.1 Test ELISA.....	15
3.1.1.2 Multiplication <i>In vitro</i>	16
3.1.1.3 Moyens de lutte.....	17
3.1.1.4 Nouvelle réglementation.....	20
3.1.2 Sélection participative.....	21
3.1.2.1 Bioimpuls en Hollande.....	21
3.1.2.2 Rubra Spes en Italie.....	22
3.2 Centre d'origine de la pomme de terre : les pratiques traditionnels dans les Andes.....	23
3.3 Les acteurs de la biodiversité cultivée.....	24
3.4 La pomme de terre semis (semence botanique).....	26
4 Perspectives : Pistes de recherche identifiées.....	28
5 Conclusion.....	31
Références bibliographiques	
Annexes	

Table des illustrations

<u>Figure 1</u> : Place de la culture de pomme de terre par rapport aux périodes d'activité de vol des pucerons de la pomme de terre.....	4
<u>Figure 2</u> : Schéma généalogique de la production de plants de pomme de terre.....	6
<u>Figure 3</u> : taux de virus à ne pas dépasser pour la production de plants certifiés. Pour les virus, on ne peut pas dépasser le seuil de 3%, sinon le lot n'est pas commercialisable.....	7
<u>Figure 4</u> : Pourcentage de tubercules infectés venant de plants infectés avec le PVX, APMoV, PVY et PLRV dans les 3 zones expérimentales.....	10
<u>Figure 5</u> : répartition des enquêtés.....	11
<u>Figure 6</u> : Schéma tests ELISA par Bretagne Plants.....	14
<u>Figure 7</u> : Photo prise par un jardinier lors d'une de ses nombreuses expériences empiriques : à gauche, plants de la variété 'Vitelotte' sélectionnés à partir de tubercules / à droite : plants issus du même lot sélectionnés à partir de germes.....	23
<u>Figure 8</u> : Résultat d'une expérimentation de régénération par graine dans l'ouest de la France après deux générations par un maraicher.....	25
<u>Figure 9</u> : Représentation des perspectives sur les différents niveaux du schéma actuel.....	27

« Si on prend au sérieux la filière bio, on doit au moins faire une chaîne de production qui soit entièrement menée en agriculture biologique ».

Citation recueillie lors d'un entretien dans le cadre de cette étude

Introduction

Ce travail a été effectué dans le cadre d'un stage de 3 mois (janvier-mars 2019) à l'Institut de l'Agriculture et de l'Alimentation Biologique (ITAB) à Angers. A l'origine de ce travail, une demande d'un groupement de producteurs de plants de pommes de terre biologiques depuis 1980, basé dans le Morbihan, qui se pose des questions et émet des doutes face à la stratégie de gestion des virus actuellement adoptée dans le cadre de la production de plants de pommes de terre certifiés en France et en Europe.

En résumé, aujourd'hui, tous les plants produits en France sont issus de la multiplication *in vitro*, et tous les lots de plants, afin d'être certifiés et donc commercialisables, passent par des tests sérologiques appelés ELISA, qui attestent ou non de la présence du virus dans la plante. La réglementation, extrêmement stricte et contrôlée d'un point de vue sanitaire, applique des seuils (3%) de taux de virus à ne pas dépasser.

A ce jour, plusieurs éléments de contexte contribuent à maintenir la production de plants biologiques, dans une position minoritaire (150ha sur 6000ha en Bretagne en bio). Très peu d'initiatives voient le jour sur des stratégies de gestion différenciées des viroses, par exemple la culture de pomme de terre est la dernière à être intégrée dans des réseaux de réduction (suppression) d'intrants (Res0Pest). Montrant ici bien les difficultés de l'agriculture biologique à s'intégrer dans le système aujourd'hui centré sur la volonté d'absence quasiment complète de maladies

Cependant, certains producteurs (dont ceux étant à l'origine de ce travail) émettent de sérieux doutes à l'encontre de la pertinence du système de gestion phytosanitaire actuellement mis en œuvre dans la filière, notamment pour l'Agriculture Biologique (AB) et plus particulièrement des viroses. Ce schéma, rapidement décrit, n'est pas en adéquation avec les principes de l'agriculture biologique décrit par l'IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), qui est une association internationale d'agriculture biologique, aussi appelée Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique. Ces principes « *servent à inspirer le mouvement Biologique dans toute sa diversité. Ils guident les prises de position, les programmes et les règles élaborées par IFOAM. Ils sont, de plus, présentés en vue de leur adoption dans le monde entier.* ». Sur le principe de la santé, IFOAM ne cible pas la santé d'un individu mais parle de la santé de l'écosystème et place la résilience comme une caractéristique clef de la santé « *La santé est la globalité et l'intégrité des systèmes vivants. Ce n'est pas seulement l'absence de maladies, mais le maintien d'un bien-être physique, mental, social et écologique.* » Au regard de ces principes, qui n'ont certes rien de contraignant, mais qui guident les pratiques de nombreux producteurs biologiques dans le monde, on comprend mieux les désaccords entre la stratégie de gestion officielle, d'une part, et l'approche que ces producteurs souhaiteraient voir se développer.

Tout comme T.F Döring, dans son article « *concept of plant health- reviewing and challenging the foundations of plants protection* » (2011), met en avant les diverses approches de la santé des plantes qui existent, et propose de prendre en compte les différentes approches lorsqu'on définit la santé des plantes, qui ont été jusqu'à aujourd'hui peu étudiées. Il met en lumière une gestion de la santé des plantes alternative à celle pratiquée majoritairement aujourd'hui qui prône l'absence de maladies comme norme pour une plante saine. Il décrit une approche positive de *salutogénèse*, qui considère la santé comme en processus, et focalise donc moins sur l'effet d'un organisme pathogène à un instant donné. Cette approche encourage d'atteindre un équilibre plus qu'une absence de maladies.

A partir de ces constats, on comprend que les aspirations de certains producteurs puissent provenir d'approches différentes, voir opposées, de la santé des plantes.

Un travail a été réalisé par Fabris Trehorel en 2001, à Bretagne Plants « *La production de plant de pomme de terre biologique : aspect phytosanitaire et organisationnels* ». Il a essayé, par l'expérimentation, de mettre en place un schéma de sélection 100% biologique différent de celui actuellement en vigueur, à travers une production de plant *in vivo*. Cependant, pour des raisons économiques, la filière biologique a privilégié un schéma de sélection linéaire simplifié, moins exigeant en surface, en temps et en énergie en faisant appel à la multiplication *in vitro*.

Notre travail s'intéresse, au même titre que celui de F. Trehorel, à faire évoluer la production de plants de pomme de terre biologique. Cependant, les approches diffèrent. En effet ici, il sera question de dégager, à partir d'une bibliographie et d'enquêtes, des pistes de recherches dans un cadre assez large avec pour objectif une gestion différenciée des viroses, qui est le maître mot de la sélection des plants de pomme de terre. En effet la méthode ici résulte plus de l'exploration qualitative des innovations naissantes sur le terrain que de l'expérimentation d'une technique spécifique (sélection 100% biologique) telle qu'elle a été réalisée par F. Trehorel.

Une gestion plus globale des virus, qui prendrait en compte tous les éléments écosystémiques, est au cœur du travail. L'objectif est d'identifier des pistes de recherche et d'innovation qui permettraient de développer une telle approche. Il se décline en différentes questions : Quels facteurs influent sur la sensibilité aux virus ? Les plantes n'ont-elles pas en elles des mécanismes pour s'adapter aux virus ? A partir de là, ne pourrait-on pas avoir recourt à d'autres modes de sélection ? Quels rôles les virus ont-ils dans l'écosystème ?

Afin de répondre à ces questions, il paraît pertinent de partir à la découverte des différentes stratégies de gestion des viroses, dans des systèmes n'ayant pas accès à la certification ou ne voulant pas s'y soumettre, afin d'en apprendre et s'en inspirer. Quelles sont les autres stratégies de gestion des viroses, en France et dans le monde, qui peuvent venir en appui d'une gestion des viroses dans la filière plants biologique ?

Ce travail, de 3 mois, n'a pas la prétention d'apporter une réponse unique quant aux stratégies de gestion des virus, ou d'exposer tout ce qui est fait et se sait sur la pomme de terre, mais de présenter une réflexion, une synthèse pour une gestion alternative des viroses, répondant à la demande de producteurs, mais également s'adressant à toute la filière plants de pomme de terre afin d'aller vers une discussion et un développement de la filière biologique.

1. Synthèse bibliographique

1.1 Origine de la pomme de terre

L'origine de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) aurait été identifiée dans les hauts plateaux de la cordillère des Andes, dans des conditions tropicales de haute altitude, où les jours sont courts, et la pluie rare. Sur la côte et les régions voisines de faible altitude, trop chaudes, les pommes de terre, historiquement cultivées dans les Andes, ne tuberculisaient pas, et leur culture ne commence que vers 2000m d'altitude dans les hautes vallées jusqu'à 4-5000m où la température est plus basse. La pomme de terre sauvage est une espèce diploïde, alors que la pomme de terre aujourd'hui cultivée en Europe est tétraploïde. (CL. -CH Mathon, 1953)

Les fleurs sont autogames. Elles ne produisent pas de nectar et sont rarement visitées par les insectes, ce qui fait que la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature. Les fleurs sont souvent stériles. La stérilité mâle est fréquente (70% des cultivars), il s'agit d'un avortement total ou partiel des étamines ou de stérilité du pollen dépendant partiellement des conditions environnementales comme les hautes températures. (P. Rousselle, 1996)

La pomme de terre fût introduite en Europe au 16^e siècle. (CL. -CH Mathon, 1953)

La pomme de terre se reproduit végétativement, ce qui permet de conserver intactes les caractéristiques de générations en générations. Cependant, certaines maladies sont aussi plus facilement transmises de générations en générations, ce qui entraîne la **dégénérescence** de la pomme de terre. On a connaissance de ce phénomène depuis Parmentier (CL. -CH Mathon, 1953). Il remarque que :

"C'est une maladie capable de réduire souvent la récolte au tiers et même à moitié... elle n'attaque pas indistinctement toutes les variétés de pomme de terre : il en existe qui y sont plus exposées les unes que les autres".

"Ce sont les pommes de terre dites tardives et plantés en conséquence plus tardivement, qui dégénèrent le moins, et les pommes de terre précoces qui dégénèrent le plus"

C'est seulement depuis 1916, à la suite des travaux de Quanjer (*Beauverie, 1928*), qu'on attribue la dégénérescence de la pomme de terre à des virus. Les « virus de dégénérescence » se transmettent d'une plante à l'autre, le plus généralement par **les pucerons**. La conception selon laquelle la dégénérescence des pommes de terre est provoquée par des virus a conduit à préconiser l'élimination de toutes les plantes présentant des symptômes de dégénérescence, c'est-à-dire à préconiser la sélection de plants sains comme unique solution (*Beauverie, 1928*). Depuis cette époque le maître mot de sélection pour la production de plants de pommes de terre est le virus.

En France, les producteurs de plants se sont fédérés en groupement de producteurs. C'est en 1922 que le premier syndicat de sélection a vu le jour. Les premiers contrôles sur la qualité des récoltes étaient réalisés dès 1924. C'est en 1932, après la création d'autres syndicats partout en France, qu'ils se sont fédérés sous un chapeau national, la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre (FN3PT). Jusqu'en 1960 les contrôles des virus étaient réalisés par la fédération. Après cette date jusqu'à aujourd'hui, c'est l'interprofession qui se charge et est responsable des contrôles (GNIS). (*Plants de Bretagne, 2019*)

1.2 Virus

Il existe un bon nombre de virus problématiques sur la pomme de terre : le PVX, le PLRV (dit « enrroulement ») mais le PVY est le plus dommageable et le plus étudié (85% des infections sont lié au PVY). Il est très polyphage, il peut infecter plus de 500 espèces de plantes (surtout les *Solanum*). Derrière l'espèce PVY, il y a plusieurs groupes de souches de PVY avec des caractéristiques différentes. Historiquement on parlait du Yo et du Yn, qui ont été découvert dans les années 30. Sur pomme de terre, les Yo provoquent des symptômes forts, et les Yn en provoquent des faibles. Avec le temps, les différentes populations Yo, Yn... se sont recombinaées les unes avec les autres dans une même plante (*P. Rousselle, 1996*). Il y a des échanges de fragments de génome qui ont créé de nouveaux isolats PVY. Cette évolution peut se faire très rapidement comme ce sont des virus à ARN (*N. Benhamou, 2009*), sans système de correction, donc avec des mutations très rapides. Certaines mutations apportent de nouvelles propriétés aux virus. Le PVY est transmis par 70 espèces de pucerons. Chaque espèce de puceron a une capacité différente de transmission, allant de 0 à 10, le plus fort étant le puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* (transmet à 100%). (*N. Harme, 2008*)

1.3 Vecteurs

En moyenne, une génération de pucerons peut être accomplie en une dizaine de jours à une température de 20°C et à cette même température, un adulte pourra pondre plus d'une soixantaine de larves en moins de 15 jours. Le cycle biologique est fortement positivement impacté par la température, en effet plus il fait chaud plus les pucerons seront présents, et en nombre élevé (*P. Rousselle, 1996*). Le séjour des pucerons sur la pomme de terre a lieu à la belle saison : dans un premier temps la culture est infestée par vol d'ailés dit de contamination. Dans un second temps elle est abandonnée, en générale trois à cinq mois plus tard, par vol dit de dissémination. Les dates auxquelles se produisent ces deux vols ont une grande importance dans le taux d'infestation des cultures par les pucerons et d'infection par les virus (*P. Rousselle, 1996*).

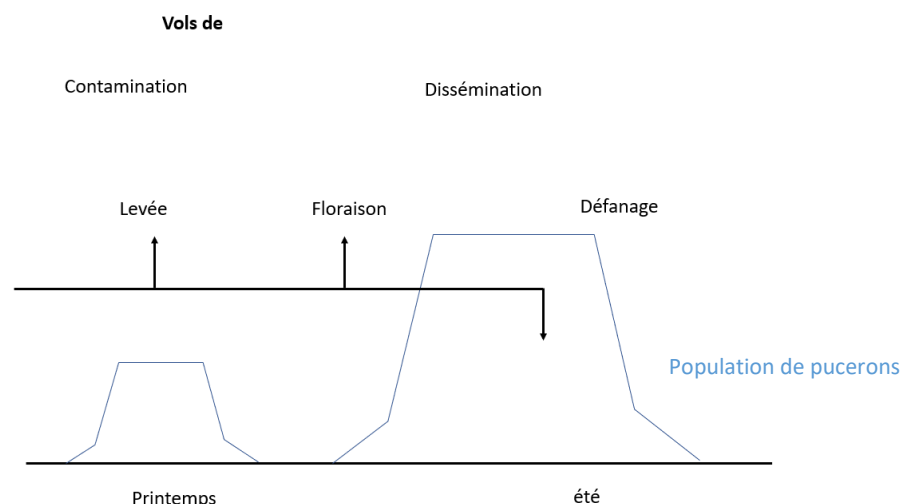


Figure 1 : Place de la culture de pomme de terre par rapport aux périodes d'activité de vol des pucerons de la pomme de terre (adapté de P. Rousselle, 1996)

La lutte chimique contre les pucerons (indirectement sur dissémination du virus) n'amène que pollution (des sols, des eaux souterraines), des sources de résistances chez les pucerons et très peu de résultats favorables. Il est préférable d'opter pour des pratiques raisonnées. (*P. Rousselle, 1996*)

1.4 Schéma de sélection

Aujourd'hui, en France, le système de production de semences intègre la lutte contre la dégénérescence par la sélection de plants certifiés (indemne de virus) (FN3PT, 2019).

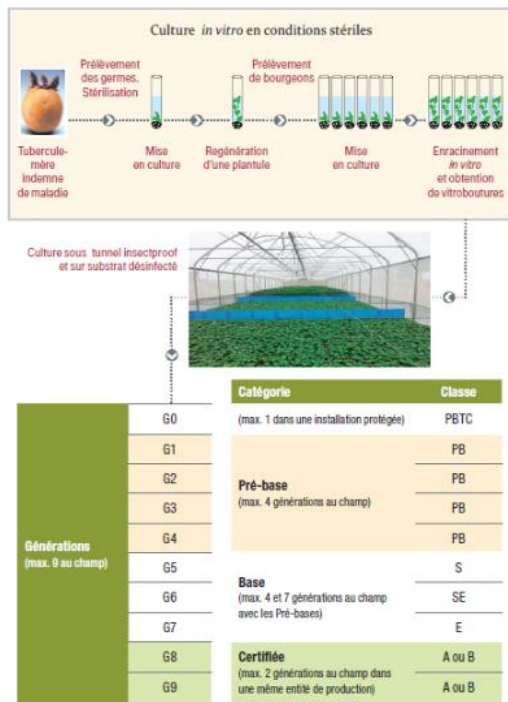
La France est un terroir reconnu pour la production de plants de qualité (FN3PT, 2019). Elle bénéficie en effet de sols, de climats favorables et diversifiés ainsi que d'un réseau de compétences à tous les niveaux de la filière, de la création variétale jusqu'à la commercialisation des plants. Par ailleurs, l'ensemble des acteurs de la filière plants ont défini et partagent des règles de production très rigoureuses pour obtenir un haut niveau de qualité des plants, en particulier sanitaire. Ceci s'explique par le fait que la France est le premier exportateur mondial de plants de pomme de terre, et que cette place tient surtout par le haut niveau de qualité de plants fournis aux pays « chauds » dans lesquels les virus s'expriment énormément, et provoquent des dégâts considérables (FN3PT, 2019).

La France a une situation pédoclimatique privilégiée pour produire des plants de qualité concernant une large gamme de variétés.

Plus de 400 variétés y sont multipliées sur 18 000 hectares répartis dans 3 grandes régions agricoles : le Nord, l'Ouest et le Centre-Sud. Ces régions, à climat frais et humide, bénéficient d'une supériorité sanitaire reconnue (sols et environnement peu favorable au développement des virus). De vastes espaces et des rotations culturales longues, de 7 à 8 ans en général, permettent de préserver cet avantage sanitaire. (FN3PT, 2019)

Plus de 30 ans de relations étroites existent entre la recherche publique et les professionnels de l'Hybridation de la pomme de terre. Les professionnels, les stations de sélection et l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) ont développé depuis plus de 30 ans des relations étroites et permanentes pour couvrir l'ensemble des recherches sur la pomme de terre : mise au point de géniteurs, méthodologies de sélection, recherches sur les maladies (champignons, virus, bactéries, nématodes). (FN3PT, 2019)

Ces collaborations permettent à l'ensemble de la filière de maintenir ses services techniques à la pointe du progrès pour prendre en compte les besoins des agriculteurs ainsi que les exigences et l'évolution des marchés.



Source: Schéma généalogique de la production-Le plant de pomme de terre Français

Figure 2 : Schéma généalogique de la production de plants de pomme de terre

Une production sous contrôles intensifs. (FN3PT, 2019)

La détermination du statut virologique de la pomme de terre se fait grâce à une technique de dosage d'immunoabsorption par enzyme liée (en anglais Enzyme-Linked Immuno Assay) appelée ELISA. Elle est principalement utilisée en immunologie afin de détecter la présence de protéines, d'anticorps ou d'antigènes, dans un échantillon. Elle permet de déterminer la concentration sérique d'anticorps dirigés contre le virus (*Université de Genève, 2019*). Il y a 3 Établissements Producteurs Régionaux (EPR), disposant au total d'une équipe de 60 inspecteurs et de 3 laboratoires spécialisés, placés sous l'autorité du Service Officiel de Contrôle et de Certification (SOC), réalisent des contrôles intensifs à tous les niveaux de la production des plants. Le nombre d'analyses réalisé dans les laboratoires des EPR est en augmentation régulière ces dernières années et résulte d'une véritable volonté de la filière **d'obtenir une qualité toujours plus élevée et bien supérieure aux normes réglementaires**. D'ailleurs, la France s'est imposée des normes de certification plus sévères que les Directives Européennes (66/403/CEE).

Des méthodes rigoureuses pour la production de plants. (FN3PT, 2019)

Utilisant de tunnels insect-proof pour la production de plants de pomme de terre pour obtenir un haut niveau de qualité, les professionnels de la filière ont mis en place un schéma très strict de production de plants. **La totalité du matériel de sélection (tubercules à multiplier) est issue de culture *in vitro***. Puis, la première année de multiplication est réalisée à l'abri de toutes contaminations, sous tunnel insect proof et sur substrats désinfectés ou en culture hors sol en agriculture conventionnelle, l'agriculture biologique plante directement les boutures issues de l'*in vitro* en plein champ (aussi sous tunnel insect proof). Ce schéma rigoureux conduit à un nombre limité de générations au champ pour l'obtention des classes Super Elite (SE), Elite (E) et certifiée (A) (*cf. figure 2*).

		CATEGORIES ET CLASSES NATIONALES						
		Plants de prébase		Plants de base			Plants certifiés	
		PBTC	PB	S	SE	E	A	B
Pourcentage maximum à la première inspection	Pieds non levés ou chétifs	0	7	7	7	7	7	10
Pourcentage maximum à chacune des inspections	Jambe noire	0	0	0 (0,1)	0 (0,5)	0,5 (1)	1	1
Pourcentage maximum sur le total des inspections	Plantes non conformes à la variété et/ou de variétés étrangères	0	0,01	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
	Symptômes de maladies à virus (dont mosaïques et/ou symptômes causés par le virus de l'enroulement)	0	0,1	0,2	0,33 (0,5)	0,5 (0,8)	1	3
Pourcentage maximum à la dernière inspection	Rhizoctone (symptômes graves)	0	5	5	5	5	10	10

Figure 3 : taux de virus à ne pas dépasser pour la production de plants certifiés. Pour les virus, on ne peut pas dépasser le seuil de 3%, sinon le lot n'est pas commercialisable. (GNIS, 2015)

La réglementation française, comme précisé ci-dessus, est très stricte sur l'aspect qualité sanitaire sachant que la majorité de la production est destinée à l'export (FN3PT, 2019). Ces normes impliquent des mesures de protection draconiennes afin de ne pas dépasser ce seuil, qui à première vue est un obstacle conséquent pour la production de plants en agriculture biologique, qui ne possède pas le même arsenal de défense. En effet aujourd'hui pour faire du plant biologique, le règlement européen stipule qu'il est nécessaire de mener seulement une génération en conditions biologiques pour que le plant soit vendu avec la mention agriculture biologique. De plus aujourd'hui tous les plants sur le marché sont issus de la culture *in vitro* (processus de clonage par méristème permettant de partir d'un matériel sain), qui est une technique hors-sol, qui n'est pas autorisé pour la plupart des productions en agriculture biologique mais autorisé pour la production de plants à repiquer (Bureau Veritas, 2016), or il y a une volonté pour certains producteurs de s'affranchir de l'*in vitro* pour les plants afin d'être en cohérence avec les principes de l'AB.

Aujourd'hui en Bretagne seulement 150ha sur 6000 ha de cultures de plants de pomme de terre sont menés en agriculture biologique. Ce qui fait de la production de plants biologiques encore un marché de niche.

1.5 Avant les années 70

A cette époque, on appliquait déjà la sélection de plants indemne de virus pour lutter contre la dégénérescence, cependant l'*in vitro* n'était pas pratiqué, et la sélection dite massale était encore d'actualité. (E. Leclerc ; 1948)

Dans un premier temps il paraît indispensable de préciser quelques notions de vocabulaire en production de plants de pomme de terre. En effet pour la pomme de terre, contrairement aux autres légumes, on a deux types de sélections : La **création variétale**, qui a pour but de créer de nouvelles variétés par croisement sexué. Et la **sélection sanitaire** (ou sélection tout court) qui est associé à la multiplication clonale

des plants. Elle a pour but de favoriser les tubercules qui donneront des plantes saines, exempts de maladies de dégénérescence. (E. Leclerc ; 1948)

Donc avant les années 70, toujours dans l'optique de se fournir en plants de pommes de terre sains, on appliquait une sélection massale. La **sélection massale** s'opère par élimination répétée des plantes malades pendant toute la durée végétative du cycle. (E. Leclerc ; 1948) Elle a une approche plus adaptative en indexant et en épurant les plantes malades. Elle demande cependant plus de main d'œuvre et plus de surface de terres par rapport à la sélection actuelle française.

Outre l'épuration des plants malades dans le but de sélectionner les plants indemnes de maladies. Il existe également d'autres techniques ayant été expérimentées dans le but de lutter contre la dégénérescence de la pomme de terre. La plupart des expérimentations nous viennent de Russie, ou de nombreux scientifiques, expérimentateurs... se sont impliqués dans l'expérimentation de techniques luttant contre la dégénérescence.

1.6 Méthode Lyssenko

Lyssenko, un technicien agricole soviétique, réalisa une expérience sur le rapport entre le vieillissement de la pomme de terre et la température. Il montra que les plantes provenant de tubercules non traités à la chaleur (30-40° pendant 20 jours) étaient saines alors que les plantes provenant des tubercules traités présentaient des symptômes de dégénérescence. (CL. -CH Mathon, 1953). C'est ainsi qu'en 1933 est né l'idée des **plantations estivales** de pomme de terre, afin que les tubercules se développent en automne. (CL. -CH Mathon, 1953). Pour réussir les plantations estivales il faut des terres bien travaillées et qui profitent d'un phénomène d'accumulation intense, notamment en matière azotées. Cette méthode était autrefois (avant 1910) pratiquée en France, que ce soit dans la Marne, la Haute Vienne, l'Ariège et la plaine lyonnaise, des paysans auraient fait des plantations tardives, jusqu'à mi-juillet, pour la production de leur plant, et il n'y aurait pas eu de dégénérescence. (CL. -CH Mathon, 1953). « *Si le sol a été bien préparé, il n'existe guère de localité en France où il ne soit pas possible d'effectuer avec succès des plantation estivales* » (CL. -CH Mathon, 1953). On y effectue deux plantations de pommes de terre par an : la première très tôt, pour la consommation ; la deuxième en été (avec les tubercules de la première récolte), pour faire le plant de l'année suivante.

De nombreuses expérimentations de greffe pour la création de nouvelles variétés ont été testé (CL. -CH Mathon, 1953). Une autre méthode par rapport à celle pratiquée aujourd'hui pour la création variétale est le **rapprochement végétatif préalable**, créée par Mitchourine. Cette méthode permet d'obtenir des hybrides sexuels entre la pomme de terre cultivés et les Solanum sauvages intéressant pour leur résistance. Le rapprochement est une union par la greffe, habituant les deux espèces que l'on veut croiser l'une à l'autre, précédant le croisement, permet des croisements réputés difficiles ou impossibles. (CL. -CH Mathon, 1953).

La **création de nouvelles variétés** fait partie d'un levier important pour la lutte contre les maladies virales. Aujourd'hui, l'amélioration des plantes a pour but de créer de nouvelles variétés à partir de la diversité existante (collections). Elle consiste à croiser sexuellement (hybridation) deux plantes choisies pour leurs caractères intéressants et complémentaires afin de les réunir dans une seule. Par le choix des meilleures plantes dans la descendance, les sélectionneurs aboutissent après un long travail d'épurations successives à la création d'une nouvelle variété. (GNIS pédagogie, 2019). Le maintien d'une diversité génétique est par ailleurs crucial, les méthodes actuelles de culture et de récolte, les exigences commerciales et industrielles, ainsi

que les législations sur le contrôle des semences, conduisent à la mise sur le marché de variétés très uniformes, quel que soit le mode de reproduction de la plante. D'autre part, si une variété est visiblement supérieure aux autres ou si la publicité est efficace, le même génotype se répand sur de très grandes surfaces. Cette situation est dangereuse, parce qu'elle met les cultures à la merci d'aléas climatiques et surtout des épidémies. Parmi d'autres exemples historiques, on peut rappeler la famine de 1844-46, provoquée en Irlande et en Europe occidentale à la suite de l'infection des clones de pomme de terre par le mildiou. (Bouharmont J., 1994)

1.7 Production de plants en montagne

D'autres études montrent également l'importance de l'environnement dans lequel se développe la pomme de terre sur la dégénérescence de celle-ci, notamment de la conséquence de la **culture montagnarde**. En 1796, il avait déjà été constaté que des plants provenant de milieux froids, de districts élevés, de la montagne, était meilleurs. La pomme de terre dégénère dans les régions équatoriales, à 4000m, elle y prospère. (CL. -CH Mathon, 1953). Au début des années 1900, on remarque en Angleterre et en Suisse qu'aux hautes altitudes, la pomme de terre ne dégénère pas. Il est noté que dans la haute vallée d'Aure, entre 1200 et 1600m, on peut voir des plantations très saines de Chardonne et de Beauvais maintenues pendant un demi-siècle avec des plants toujours tirés de leur précédente récolte. (CL. -CH Mathon, 1953). Les hypothèses de Mathon à l'époque étaient que :

- (1) La non ou faible dégénérescence des pommes de terre en montagne serait dû à l'absence ou à la rareté des pucerons (comme en zone océanique).
- (2) Le climat montagnard pourrait inhiber l'action du virus et/ou sa transmission (réduire l'auto-infection).
- (3) La symbiose entre un champignon et la plante, se produirait dans les sols de montagne. En effet certains auteurs pensent que la tubérisation serait une réaction de la plante à l'infection des racines par des champignons, et que les pommes de terre que nous cultivons sont dépourvues de ces champignons. Pour ces auteurs, la dégénérescence de la pomme de terre serait liée à la disparition des mycorhizes. (J. Magrou, 1943)

La pomme de terre étant originaire des hauts plateaux andins, « *il sera prudent de chercher à se rapprocher des conditions normales de la vie sauvage* ». (CL. -CH Mathon, 1953).

Une étude récente (2017), par le suisse Lukas Bertschinger « *Incomplete infection of secondarily infected potato plants - a environment dependant underestimated mechanism in plant virology* » tente de démontrer expérimentalement, en intégrant quelques concepts d'épigénétiques, la deuxième option.

En résumé, on inocule sur les plants utilisés différents types de virus, on les cultive sur 3 terrains à différentes altitudes (112, 3280 et 4000m), on récupère les tubercules filles et on soumet un échantillon au test ELISA dans le but de définir le taux de virus (cf. figure 4). L'hypothèse de l'impact de l'environnement, notamment montagnard, sur l'infection incomplète des tubercules filles est acceptée. Il y a globalement une grande différence entre la zone à 112m et celle à 3280m où on observe pour tous les virus une diminution significative de l'infection secondaire.

Des mécanismes génétiques et épigénétiques sont ici en jeux. Mais ceux-ci commencent tout juste à être étudiés et restent encore peu connus (L. Bertschinger, 2017). Ils concluent que la génétique des plantes hôtes est un facteur majeur d'auto-infection limitée dans les patho-systèmes du virus de la pomme de terre.

Infected tubers (%)

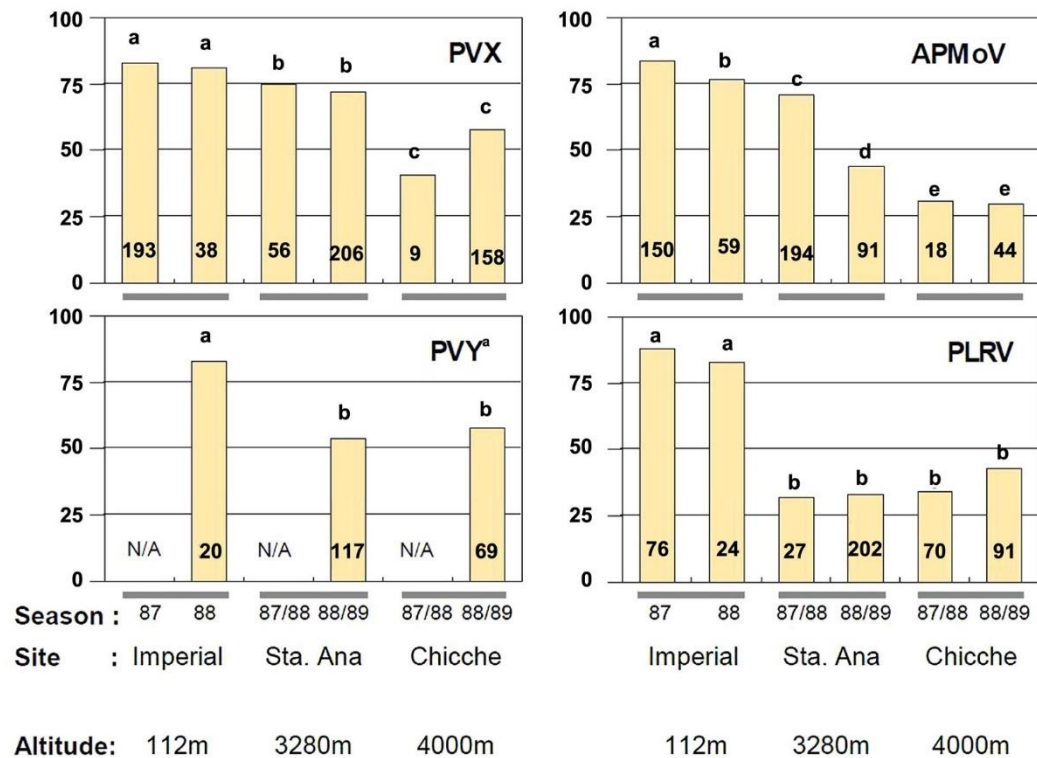


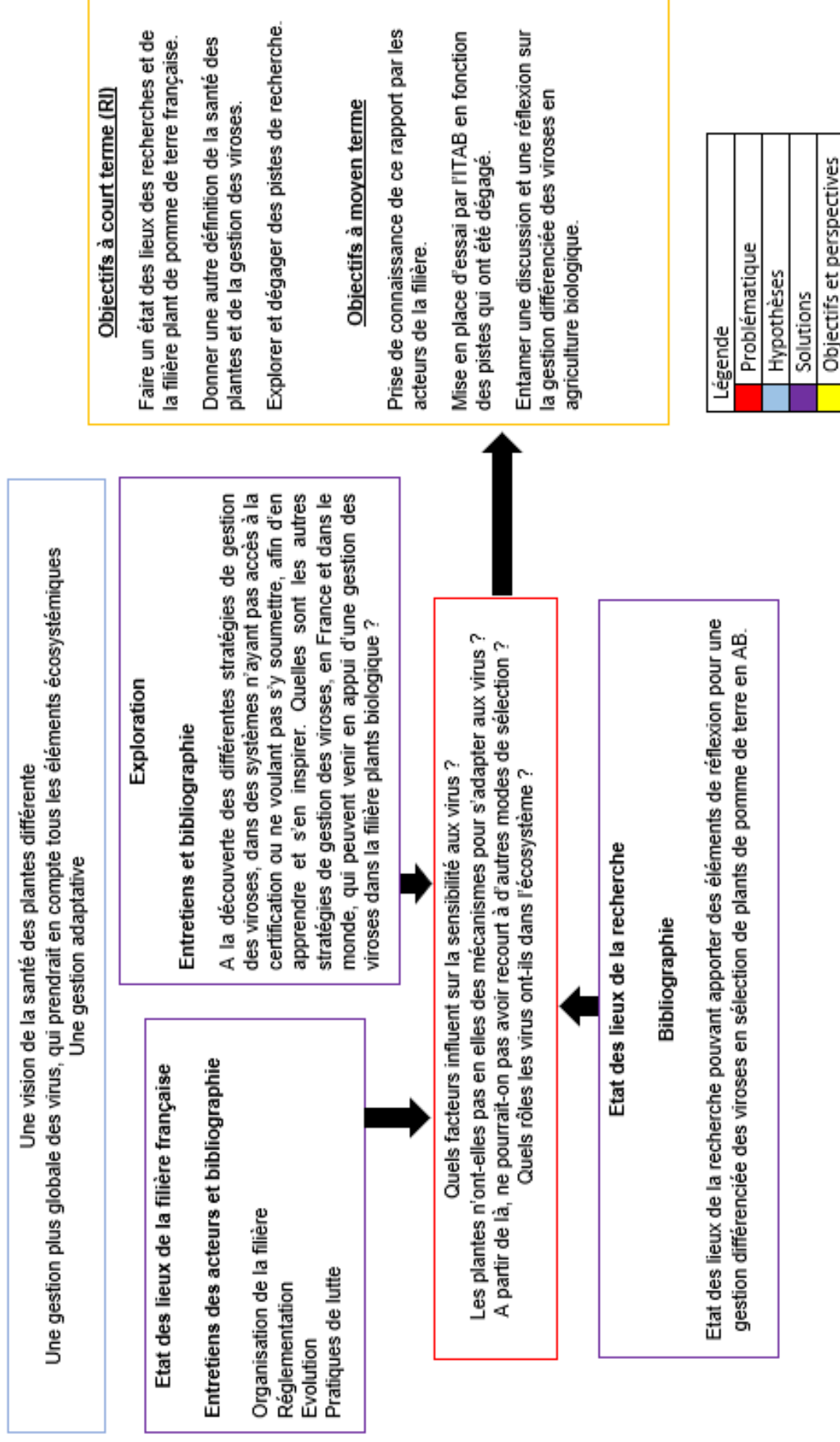
Figure 4 : Pourcentage de tubercules infectés venant de plants infectés avec le PVX, APMoV, PVY et PLRV dans les 3 zones expérimentales (L. Bertschinger, 2017)

Autrefois, la théorie biologique excluait une réaction active de la plante contre l'invasion d'un virus. Cependant, il existe aujourd'hui des preuves scientifiques du RNA Silencing, un mécanisme végétal qui limite l'accumulation et la propagation des virus après une infection, et de la suppression de l'ARN des pathogènes végétaux : défense, contre-défense et contre-contre-défense (Pumplin, 2013). On sait maintenant que l'épigénétique peut jouer un rôle dans la réduction au silence des gènes du virus de la pomme de terre (Dalmay, 2000). Il a été constaté que la température influe sur la régulation de l'extinction des gènes de l'ARN et sur la suppression régulée des agents pathogènes. Une augmentation de la température peut, par exemple, réduire la suppression de l'extinction des gènes antiviraux. Mais l'effet d'une température élevée sur l'Anti-Viral Gene Silencing n'est pas encore entièrement compris (Qu et Morris, 2005).

La preuve expérimentale fait toujours défaut que l'auto-infection incomplète avec les virus de la pomme de terre observée dans cette étude est due à des effets épigénétiques dus à la température. Cependant, les découvertes récentes susmentionnées sur la compréhension des phénomènes de *Silencing* des gènes incitent à étudier si ceux-ci peuvent contribuer à l'auto-infection partielle observée avec les virus de la pomme de terre signalés dans l'étude.

Titre du stage

Gestion des virus sur plants de pomme de terre en Agriculture Biologique



A travers l'étude bibliographique, certains éléments de réponse ont pu être identifiés et la synthèse a pu montrer qu'une gestion différenciée des viroses est possible compte tenu du fait que de nombreuses recherches, notamment en URSS, y font allusion. Il est vrai que le contexte diffère et c'est globalement en conséquence aux éléments de contextes français que le développement de la bio avance à très petit pas (la pomme de terre est la culture avec le moins de surface en bio en France).

Cependant avec les éléments de la synthèse bibliographique et de l'introduction (concept de santé des plantes par T.F Döring, les principes de l'agriculture biologique par IFOAM, le travail de Fabris Trehorel, les doutes émis de certains producteurs par rapport à la gestion actuelle des viroses...), nous pouvons reprendre les éléments de la problématique et les questions auxquelles nous essaierons de répondre.

Une gestion plus globale des virus, qui prendrait en compte tous les éléments écosystémiques, est au cœur du travail. L'objectif est d'identifier des pistes de recherche et d'innovation qui permettraient de développer une telle approche.

Il se décline en différentes questions : Quels facteurs influent sur la sensibilité aux virus ? Les plantes n'ont-elles pas en elles des mécanismes pour s'adapter aux virus ? A partir de là, ne pourrait-on pas avoir recourt à d'autres modes de sélection ? Quels rôles les virus ont-ils dans l'écosystème ? Il y a déjà des éléments de réponses de cette partie dans la synthèse bibliographique.

Afin de répondre à ces questions, il paraît pertinent de partir à la découverte des différentes stratégies de gestion des viroses, dans des systèmes n'ayant pas accès à la certification ou ne voulant pas s'y soumettre, afin d'en apprendre et s'en inspirer. Quelles sont les autres stratégies de gestion des viroses, en France et dans le monde, qui peuvent venir en appui d'une gestion des viroses dans la filière plants biologique ?

2 Méthodes

- Choix des terrains d'étude et justification de l'échantillon choisi

L'objectif étant d'explorer la diversité des alternatives ou innovations proposées ou expérimentées par une diversité d'acteurs de la filière, il est important que nous ayons un panel d'enquête très large afin d'aller chercher le maximum d'informations dans le but de dégager des pistes de recherche. La méthode de travail choisie, pour répondre à la question posée, a été celle de l'enquête des acteurs de la filière plants pomme de terre (au sens large) en France, en Europe et dans le monde. Cette enquête a été réalisée par le biais de 20 entretiens auprès de différents acteurs.

La majorité des acteurs enquêtés se trouve en Bretagne, sachant que cette zone est une zone historique de la production de plants en France et reste aujourd'hui une référence à la production de plants de pomme de terre certifiés en France et dans le monde. C'est également la zone où se trouve le groupement de producteurs dont le questionnement est à l'origine de ce travail.

Voici les acteurs qui ont pu être enquêtés :

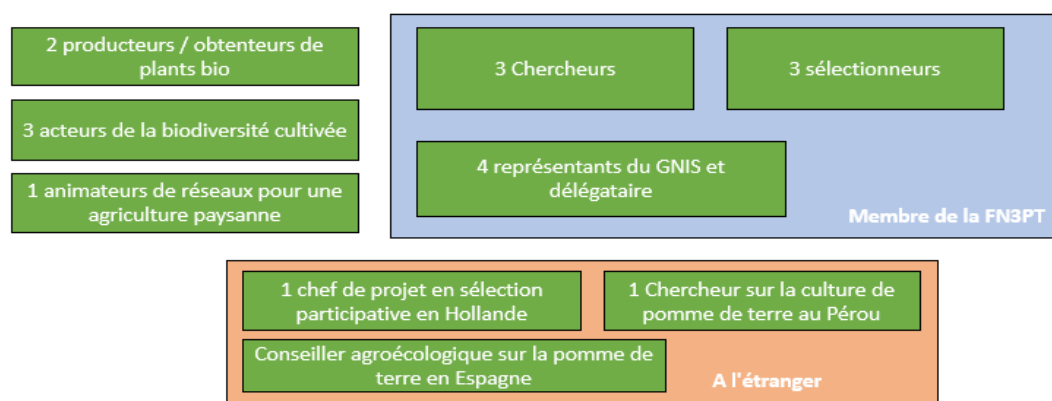


Figure 5 : répartition des enquêtés

Le choix des enquêtés a été fait afin d'avoir un panel d'acteurs de la filière plants de pomme de terre agissant sur des terrains différents, et avec des moyens différents. Grâce à ces entretiens, nous avons pu obtenir la description de 5 systèmes complètement différents. Le but étant de valoriser les systèmes n'ayant pas accès ou ne souhaitant pas avoir accès aux semences certifiées et tout ce qui en découle. Nous avons donc identifié 5 systèmes :



La Filière plants de pomme de terre certifiée bio française centrée sur les tests sérologiques ELISA.



Les pratiques en France avant les années 70, géraient les viroses en absence de multiplication *in vitro*. Les idées et expérimentations de cette période



Centre d'origine de la pomme de terre : les pratiques traditionnelles dans les Andes par les petits paysans



Acteurs de la biodiversité cultivée. C'est-à-dire les collectionneurs ou les jardiniers amateurs



Semence botanique de pomme de terre. Un cas artisanal par un producteur, un autre par une entreprise transnationale

En effet nous nous intéressons à 5 systèmes différents qui mobilisent d'autres techniques que la sélection passant par l'*in vitro* pour assurer une production de plants sains, soit parce qu'ils n'ont pas accès aux plants certifiés, soit dans l'objectif d'en développer des alternatives.

En effet on peut déjà noter une asymétrie entre le nombre d'enquête membre de la FN3PT qui est la fédération nationale des producteurs de plants de pomme de terre et les autres, beaucoup moins représentés. Effectivement, les initiatives recherchant une gestion des virus alternatives au schéma officiel que nous avons pu repérer sont peu nombreuses.

La plupart des entretiens ont été enregistrés afin de ne déformer aucun propos des enquêtés. Seuls deux entretiens ont été des échanges informels par e-mails. Les entretiens se sont pour la plupart du temps déroulés par téléphone ou en Visio (11), l'autre part s'est déroulé en présentiel (7), et une petite partie (2) par échange de mails. Ces entretiens ont été répartis sur une période d'un mois et demi allant de fin janvier à début mars, occasionnant quelques déplacements en Bretagne.

La longueur cumulée des entretiens est d'un peu moins de 20h. Pour chaque entretien, il a été, pour donner suite à sa réalisation, résumé de façon minuté afin de pouvoir se repérer dans les résultats d'entretiens et de faciliter une éventuelle reprise du travail ultérieure. Chaque thème abordé est retrouvé dans l'enregistrement, parfois il est juste spécifié le thème avec le temps, permettant de retrouver des informations plus facilement en structurant les entretiens par thèmes et par informations intéressantes. C'est une technique indispensable au regard du fait que les données analysées sont plongées dans plus de 20h d'entretien sans aucun repère.

Afin de garder l'anonymat des acteurs interviewés, les citations des résumés minutés qui seront utilisées pour appuyer l'argumentaire des résultats, n'auront pas comme source le nom de l'auteur de ces dires, mais sa fonction au sein de la filière plant de pomme de terre (par exemple *Chercheur*) ainsi que la date de l'entretien.

Pour chaque type d'acteur, nous lui fourniront un code, comme suit :

- ✚ Chercheur = Ch
- ✚ Obtenteur = Ob
- ✚ Expérimentateur = Exp
- ✚ Sélectionneur = Slct
- ✚ Acteur de la biodiversité cultivée = AcBiodiv
- ✚ animateur, gestionnaire de projets = Pro
- ✚ Organismes de contrôle et délégataires = Regl

- Justification de la méthode d'enquête

De nombreux acteurs ont été enquêtés, la difficulté est que le panel d'acteurs est très hétérogène. C'est-à-dire qu'on y retrouve des corps de métier très différents, des producteurs, des chercheurs, des animateurs de réseau, ... Pour cette enquête qualitative, ayant un but exploratoire visant à ouvrir une question, il a été choisi de mener ces entretiens semi-directifs à partir d'un « Guide thématique d'entretien » (*cf. Annexe I*) et non d'un questionnaire fermé qui aurait été trop spécifique et pourrait avoir comme conséquence de resserrer la question. Un tel guide thématique permet d'orienter la direction de l'entretien, tout en laissant l'acteur enquêté se confier librement. L'analyse des données est aussi plus pertinente car les données viennent d'un même support, par rapport à un questionnaire fermé qui aurait dû être adapté à chaque type d'acteur. Le guide thématique a été construit autour de grands items :

- ✚ Les Virus
- ✚ La qualité des semences
- ✚ Les systèmes de production
- ✚ Les compétences et les pratiques
- ✚ Les relations
- ✚ Les perspectives

L'enjeu de l'enquête est de dégager des pistes de recherches pour une autre gestion des viroses pour la production de plants de pomme en cohérence avec les principes de l'agriculture biologique, au-delà du cahier des charges de l'agriculture biologique actuelle (règlement (CE) n°834/2007).

3 Résultats

3.1 Filière plants de pomme de terre certifiés bio française centrée sur les tests sérologiques

3.1.1 Système actuel

3.1.1.1 Test ELISA

Aujourd'hui, le système français et plus largement européen repose sur les tests sérologiques (test ELISA) qui attestent de la présence ou non du virus dans la plante et qui va permettre la commercialisation d'une récolte en fonction d'un seuil réglementaire. Le virus principal recherché est le virus Y.

« Le maître mot de la sélection des plants depuis les années 20 est le virus. » Ob – 15-02-2019

C'est l'organisme Bretagne Plants, qui est le délégataire du GNIS-SOC en Bretagne en matière de contrôles des plants de pomme de terre qui possède les labos permettant de réaliser ces tests. Ces labos sont agréés par le ministère de l'agriculture.

Comment ça fonctionne ?

Il y a des normes valables pour des inspections visuelles au champ, et pour des analyses en laboratoire (en pré-culture). Pour l'analyse en laboratoire, un échantillon de 200 tubercules par ha de culture est récupéré. Les yeux du tubercule sont extraits et trempés dans de l'acide pour lever la dormance, plantés dans des tunnels hors-sol, dans du terreau, avec une densité de semis faible, et ce lot sera contrôlé en inspection visuelle et sera ensuite confirmé en ELISA. Parallèlement un autre test en pré-culture sera réalisé dans les labos avec un échantillon de 200 tubercules (par hectare) testés directement en ELISA.

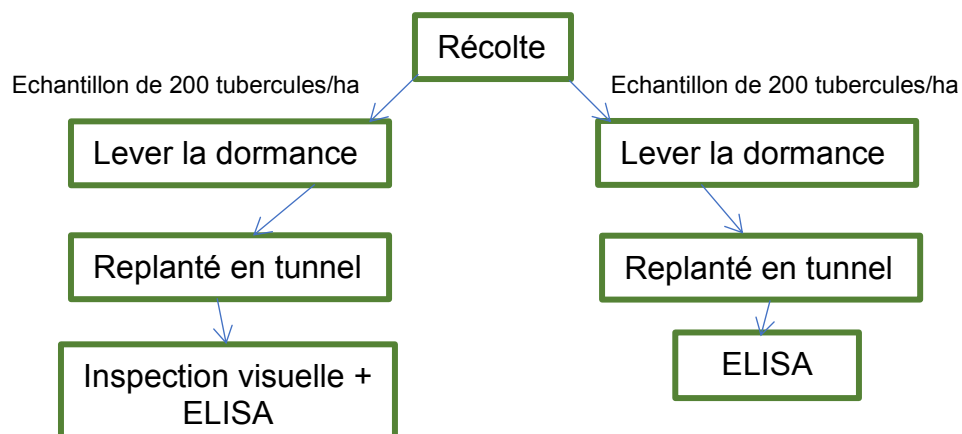


Figure 6 : Schéma tests ELISA pratiqués par Bretagne Plants

Comme il est sous-entendu dans le paragraphe ci-dessus, le processus afin de vérifier la qualité sanitaire d'un lot est assez laborieux à mettre en place et assez long.

« La réponse sur la qualité sanitaire du lot est dans le meilleur des cas 1 mois et demi après récolte ». Ch – 22-01-2019

De plus le test ELISA se fait sur les feuilles et non sur les tubercules, et vise l'aspect protéique. En effet il ne peut pas être fait directement sur les tubercules.

« Le tubercule est riche en inhibiteurs (amidon) ce qui perturbe les outils de diagnostic comme le test Elisa qui ne peut pas être appliqué sur tubercule car il y a un risque d'avoir des faux positifs » Ch – 22-01-2019

On a donc un résultat au minimum 1 mois après la récolte. En plus de ce laps de temps assez long, le test ELISA est binaire. C'est-à-dire qu'il détecte le virus, on parle de présence / absence. Il ne permet donc pas de quantifier la présence de virus dans une plante individuelle.

Un nouveau type de test est déjà utilisé mais encore peu puisque celui est plus cher que le test ELISA, c'est la PCR temps réel qui lui va cibler l'acide nucléique, c'est-à-dire l'information génétique du virus. Cette méthode peut se faire directement sur les tubercules récoltés et permet donc un gain de temps et également de quantifier la présence du virus dans la plante.

Même si une famille¹ est encore saine et passe les tests ELISA avec succès elle sera quand même obligatoirement renouvelée obligatoirement après 7 ans, ce qui est un gros frein pour produire du plant bio, d'après les producteurs bio concernés.

3.1.1.2 Multiplication *in vitro*

Pour certains producteurs en AB la multiplication *in vitro* de méristèmes devenus systématique dans le schéma de sélection, est une problématique majeure due au fait qu'elle oblige une production hors sol, ce qui n'est pas cohérent les principes de l'agriculture bio biologique posés par IFOAM ; principes non contraignants, mais et acceptés par de nombreuses associations nationales de producteurs

Depuis les années 1976, tous les plants français qu'on peut trouver sur le marché ont été multipliés à partir de boutures issues de *l'in vitro*. En effet, il représente de nombreux avantages non contestables :

- ✚ La multiplication par méristème permet de partir d'un matériel totalement sain.
- ✚ La rapidité de multiplication des boutures par rapport à une sélection clonale
- ✚ Le gain de place par rapport à une sélection clonale
- ✚ Le coût plus faible (conséquence des premiers avantages)

Cependant, des acteurs de terrain émettent certaines réserves concernant cette technique, en particulier pour une application dans un schéma de sélection bio. Ces réserves concernent principalement deux points. Premièrement, une interrogation sur les effets secondaires que pourrait avoir la multiplication *in vitro* sur les plantes, en particulier les mutations pouvant être provoquées par le milieu de culture :

« Les cultures in vitro de méristèmes, bourgeons, germes... peuvent certes provoquer des modifications génétiques ou épigénétiques "non intentionnelles" résultant du pouvoir mutagène des bains de culture qui contiennent de nombreux produits chimiques de synthèse, comme peut le faire tout épandage, sur des plantes ou leurs organes de reproduction in vivo, de produits chimiques de synthèse ou aussi de substances naturelles, y compris les préparations biodynamiques. » Pro- 10-03-2019

¹ Une « famille » représente les pommes de terre venant toutes d'une même souche. C'est justement le souhait de nombreux producteurs biologiques de pouvoir conserver leurs familles, soumettant l'idée d'une gestion adaptative de cette famille dans le temps au fil des générations.

Deuxièmement, face à l'obligation de la multiplication *in vitro*, des interrogations par rapport à la coévolution entre le virus et la plante émergent. Des observations empiriques sur la variété 'Rosa', en particulier, interpellent : Plusieurs producteurs de plants bio en Bretagne évoquent cette variété, qui perdait en rendement et était d'un aspect complètement différent lorsqu'on lui « enlevait ses virus ».

Un obtenteur confirme que cette même variété se comporte de manière inattendue et étonnante lorsqu'elle est multipliée *in vitro*, perdant ses caractéristiques variétales reconnues.

« Quand on essaye de la régénérer en in vitro, ça ne marche pas. Elle vit avec un virus latent, et quand on fait de la régénération avec 0 virus ça se passe mal et elle ressort pas du tout conforme. » Ob – 15-02-2019

L'hypothèse est émise que l'élimination d'un virus présent dans la plante historiquement modifie le phénotype de la variété. Aujourd'hui, c'est donc une sélection massale qui est faite sur cette variété. C'est la seule variété qui est sélectionnée de la sorte. On indexe les tubercules pour « tenir la famille », chaque tubercule est analysé individuellement, seuls les tubercules indemnes sont gardés. Cette technique est limitée, car coûteuse.

Ces observations empiriques laissent entrevoir que dans certains cas, il pourrait exister une interaction positive entre le virus et la plante. Dans le cas de la variété 'Rosa', une interaction avec le virus pourrait jouer un rôle décisif et provoquer des caractères qui ne se retrouveront pas chez la plante si on lui enlève le virus. D'étudier le cas 'Rosa' plus en profondeur semble constituer un moyen intéressant pour poursuivre cette réflexion au sujet de l'interaction singulière qui existerait entre la plante et ses virus.

3.1.1.3 Moyens de lutte

Les Huiles et insecticides

Aujourd'hui la gestion des viroses sur les plants de pommes de terre se fait essentiellement par la lutte contre leurs vecteurs, les pucerons, et notamment grâce aux huiles.

L'huile minérale est la plus utilisée pour lutter contre les pucerons, à hauteur de 8 -10L/ha sur la saison, sur les feuilles afin de protéger le feuillage des piqures de pucerons. *« C'est la seule solution efficace contre la transmission du virus »* Ob – 15-02-2019. En effet les insecticides utilisés ne sont que peu efficaces, et ne peuvent que réguler la population de pucerons. Le virus Y est un virus non-persistant, ce qui implique que le puceron va être en capacité de transmettre le virus en quelques minutes, alors que l'insecticide tuera le puceron en quelques heures.

« On ne connaît pas aujourd'hui au bout de 50 ans le mécanisme par lequel le puceron infecte la plante, il y a une capacité réceptive de la plante qui varie selon des paramètres que l'on ne maîtrise pas » Ob 15-02-2019







Nombreux producteurs remplacent l'huile minérale par l'huile de colza (prix moins élevé, pas de dépendance au pétrole), bien que celle-ci n'ait pas d'autorisation pour être utilisée en traitement de cette culture. Comme l'exprime l'un des acteurs rencontrés : *« l'huile de colza à l'air de tenir la route. »* Exp 22-01-2019. Cependant, elle reste moins efficace que l'huile minérale et mériterait plus de recherche notamment sur sa capacité à recouvrir le feuillage (adjuvant supplémentaire). Un chercheur enquêté estime que *« les huiles minérales diminuent de 60 à 70% les*

risques d'infections, les insecticides 10% et 30-40% pour les huiles végétales. » Ch 22-01-2019.

« Aujourd'hui on va revenir avec des solutions moins chimiques, avec plus de précaution, de prévention ». Ob 15-02-2019

A l'instar de ce que dit cette citation, de nombreuses stratégies de prévention à partir des observations des producteurs ont été remises au goût du jour, et nécessitent un savoir-faire de la part des producteurs, *« Il faut un œil habitué pour reconnaître les plants malades »* AcBiodiv 25-02-2019. Plusieurs fois durant les entretiens le terme « effet producteur » a été mentionné par rapport aux stratégies de gestion des viroses :

« Les producteurs qui font du plant depuis longtemps, qui ont le recul, ont des meilleurs résultats sanitaires que les conventionnels. » Ob 15-02-2019

-  *Gestion des repousses* : c'est un élément important, bien gérer les repousses des cultures précédentes potentiellement contaminées.
-  *Isolement* : On entend par là l'isolement des parcelles de plants de pomme de terre par rapport aux parcelles de consommation ou des jardiniers amateurs qui peuvent être une source de « *contamination*. »
-  *Epuration* : c'est-à-dire l'identification et le retrait des plantes malades identifiées par le producteur.
-  *Défanage* : peut-être chimique (agriculture conventionnelle), mécanique ou thermique (agriculture biologique) dans le but de détruire le feuillage de la plante afin d'empêcher la migration du virus du feuillage vers le tubercule.
-  *Filet Insect Proof* : c'est une technique utilisée en agricultures bio et conventionnel, les plants de première génération sont protégés sous un filet imperméable aux pucerons empêchant ainsi la contamination des plants par le virus. C'est un dispositif applicable en plein champ qui est perçu comme relativement efficace.
-  *Création variétale et résistances*

L'obtention de cultivars résistants est souvent soulignée comme un levier pour l'agriculture biologique mais aussi pour l'agriculture conventionnelle.

« Les données de résistance sont beaucoup suivies par le bio. » Ch 22-01-2019

Aujourd'hui en France on identifie 5 organismes réalisant de la création variétale : Bretagne Plants (Bretagne), Comité Nord (Nord de Paris), Comité Centre Sud (Limousin), Germicopa (Bretagne) et Desmazières (Arras).

Ils font partie, sauf Desmazières de ACVNPT (Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre) et les 3 premiers mentionnés sont des groupements de producteurs faisant parti de la FN3PT.

Il faut 10 années de recherche et 2 années d'examen par le CTPS pour qu'une variété soit inscrite au catalogue officiel des variétés de pomme de terre, c'est-à-dire pour qu'elle soit commercialisable. (Cf. Annexe II)

« Les variétés qui sont inscrites au catalogue aujourd'hui ne l'ont pas été pour la bio mais bien pour l'agriculture conventionnelle, donc il y en a peu qui correspondent à nos besoins. » Ob 15-02-2019

En effet les variétés créées sont évaluées dans un réseau conventionnel. Les critères sont plus centrés sur des aspects organoleptiques, d'usage et de rendement que sur la qualité environnementale - même si depuis quelques années et l'instauration de la VATE (Valeur Agronomique Technologique et Environnementale), il y a une vraie prise en compte à l'inscription de critères intéressants pour l'AB. (Cf. Annexe III).

« Certains hybrides, en termes de rendement sont un peu faibles mais on des caractéristiques de résistances très importantes, donc si on les mettait dans un contexte où on les protégeait pas du tout, elles seraient nettement meilleures que les autres, parce que les autres s'effondreraient, mais tout ce qu'on remarque c'est que le rendement n'est pas terrible alors qu'ils ont des capacités de résistances très importantes. » Exp 22-01-2019

Afin de développer des résistances intéressantes, il faudrait également revoir les géniteurs utilisés pour les hybridations pour la création variétale. En effet, ceux-ci sont complètement protégés des virus.

« Si elles n'ont pas connu le parasite, elles ne vont pas développer de résistance », « Si on veut développer des variétés résistantes, il faut faire de la sélection en présence du virus » Ch 29-01-2019

« Je suis convaincu qu'on est capable avec des moyens de sélection naturelle, d'obtenir des génotypes beaucoup plus adaptés à nos besoins, sur un pas de temps très court ». Ob 15-02-2019

Les géniteurs de la collection de l'INRA à Ploudaniel sont identifiés comme intéressants par les obtenteurs qui vont faire de la création variétale en fonction de leurs besoins et aux segments de marché qu'ils ciblent. *« La limite de cette approche est qu'on ait eu un travail très parasite par parasite (...), il faut aussi maintenant, on le fait de plus en plus, essayer de combiner les résistances pour arriver sur de la **multi résistance**, obtenu en conditions naturels. »* Ch 29-01-2019. Certains producteurs racontent que le fait d'avoir dé-virosé certaines variétés aurait changé leur gout. Par exemple avec des variétés très tolérantes aux virus, classiquement infectées par les virus, après assainissement, n'avait pas le même gout. *« C'est bien qu'il y a une interaction entre le parasite et la plante »* Ch 29-01-2019.

Il y a des variétés dans la collection des géniteurs à l'INRA de Ploudaniel dont les génotypes ne sont pas totalement connus *« soit on cherche des gènes de résistances dans des espèces apparentées (...) il y en a un certain nombre qui ont un gène de résistance au virus, naturellement puisque ce sont des espèces sauvages qui se sont développées avec les parasites présents sur le territoire sur lequel elles sont, et du coup, elles ont des mécanismes de résistance, on parle de coévolution. »* Ch 29-01-2019.

Des sources de résistances aux virus Y ont cependant été identifiées dans les années 80 et sont toujours dans la collection mais sont peu utilisées, trop d'effets secondaire négatifs.

Aussi, le fonctionnement de la filière plants en agriculture conventionnelle n'a jusqu'ici pas favorisé la création de variétés résistantes.

« La sélection pour l'absence de virus est un savoir-faire du producteur de plant et ne devrait pas avoir besoin d'une espèce résistante. Cependant avec l'augmentation de la production de plants bio, ce critère à de plus en plus d'importance. » Ch 22-01-2019

En effet, aujourd'hui, le rôle du producteur de plant est de fournir aux utilisateurs des plants indemnes de virus. Cependant ce schéma de pensée est accepté et efficace dans un schéma conventionnel classique. Avec des approches de gestions alternatives, on aura de plus en plus recours à la prévention et aux potentiels de défenses des plantes. De plus, aujourd'hui le fonds de commerce des nombreux sélectionneurs et obtenteurs est de fournir des plants sélectionnés de manière très strictes, et indemne de virus, obligeant le producteur de pomme de terre à racheter chaque année des plants indemnes de virus.

« D'un point de vue technique, cela prend du sens d'aller vers variétés résistantes aux virus, mais d'un point de vue commercial, cela prend du sens de se tenir à l'écart de ces résistances ». Pro 02-03-2019. *« Le réel frein est le côté commercial ».* Pro 02-03-2019

Les variétés tolérantes méritent également notre attention, elle *« portent le virus mais ne montrent pas de symptômes, elles sont des réservoirs. Il faudrait une bonne gestion du territoire. »* Ch 29-01-2019. Les *« Mécanismes de tolérances plus complexes, possiblement plus compliqué à être détournés »* (Ch 29-01-2019) ont leur intérêt. En effet, les mécanismes de tolérances restent trop peu étudiés du fait qu'ils représentent des réservoirs à virus et sont donc des sources de contaminations dans un système qui recherche le moins de virus possible, même si celui-ci n'a pas de conséquences. Pourtant, avec une bonne gestion, le développement de ce type de variétés couplé avec le développement de variétés résistantes pourrait aboutir à une richesse, à une diversité génotypique.

En ce qui concerne les résistances, l'interaction entre l'environnement et la plante peut être déterminant, il impact la relation entre la plante et le pathogène. Il a été montré sur le colza qu'une plante dite résistante, si elle se retrouve en environnement de stress hydrique, ne va plus avoir cette résistance, même si elle n'est plus en stress hydrique par la suite. *« L'environnement très important pour la santé de la plante, il impact la relation plante-pathogène »* (Ch 22-01-2019). Mais les chercheurs commencent tout juste à étudier ces effets. *« Sur la pomme de terre on sait qu'il y a certaines résistances qui sont cassées avec la température si on dépasse un certain niveau »* (Ch 22-01-2019).

Contrairement à ce que beaucoup disent, l'existence de résistances de maturation n'a jamais pu être démontrée, c'est-à-dire que la plante, au cours d'un cycle ne va pas développer de résistances en fonction de son stade, *« La charge virale de la plante et les dommages sur celle-ci ne sont pas différents par rapport à la date de l'infection, qu'elle soit précoce ou tardive. »* Ch 22-01-2019

La pomme de terre a un cortège parasitaire très important. Et on tend de plus en plus à combiner les méthodes de lutte pour prendre en compte l'ensemble du cortège parasitaire. On parle donc de lutte génétique, prophylactique, de rotation, d'association culturales et d'une bonne observation des parcelles.

3.1.1.4 **Nouvelle réglementation pour l'AB**

Comme cela a été souligné dans la synthèse bibliographique ci-dessus, l'aspect réglementaire en production de plants de pommes de terre est très présent et contraignant.

« La particularité de la pomme de terre est que c'est une espèce à reproduction végétative, et qui dit végétative dit facilitation de transmission aux générations suivantes des maladies et des ravageurs » Regl 11-03-2019

Les seuils réglementaires ont été décidés en observant et en analysant l'impact des maladies virales sur la culture « *On considère que jusqu'à 10% de plants virosés dans un champ, on a très peu de conséquences sur le niveau de récolte attendu* ». Regl 14-02-2019

Elle est d'autant plus contraignante pour l'agriculture biologique mais aussi de plus en plus pour l'agriculture conventionnelle avec la réduction d'intrants chimiques de synthèses.

« Les débats sur cette réglementation tendent plutôt à dire que non il ne faut pas différencier cette réglementation qui a pour but de produire des semences qui répondent à un niveau de qualité. En pomme de terre il y a cet aspect sanitaire très important qui prime, avec un certain attachement à cette qualité, qui doit exister également en production biologique ». Regl 14-02-2019

Cependant quelques aspects de la nouvelle réglementation pour l'AB pourraient permettre à l'agriculture biologique de se développer plus aisément. Notamment avec la possibilité, d'inscrire une « variété biologique » qui attesterait que cette variété vient d'un mode de sélection biologique.

Concernant les critères d'inscriptions au catalogue pour les variétés biologiques, « *une réflexion est engagée au niveau du CTPS pomme de terre pour définir les critères permettant de qualifier une variété à l'inscription comme étant adaptée à l'agriculture biologique.* » Regl 11-03-2019. Cette réflexion est notamment engagée avec un projet CASDAR, actuellement en élaboration, qui travaillerait sur la définition de ces critères.

En 2019, il n'y aura également plus de dérogations permettant aux producteurs de pommes de terre de consommation biologiques de se fournir en semences non biologiques.

3.1.2 Sélection participative

Dans cette partie il s'agit de présenter des projets de création variétale originaux, qui s'inscrivent dans le système actuel.

3.1.2.1 Bioimpuls en Hollande

En 2009, en coopération avec l'université de Wageningen et l'Institut Louis Bolk, est lancé le projet Bioimpuls de sélection participative, basé sur les méthodes de sélection actuelles, dans le but de développer des résistances au mildiou pour l'agriculture biologique., puisque qu'aux Pays Bas, le cuivre est interdit en tant que fongicide.

A cette époque, la culture de pomme de terre biologique est un marché de niche au Pays-bas. Pour que ce projet soit viable et réalisable, il inclut également les obtenteurs et producteurs en agriculture conventionnelle, avec la condition d'au moins une année de sélection menée en bio.

Les croisements sont effectués par l'université Wageningen, les graines ainsi obtenues sont distribuées aux participants du projet et peuvent sélectionner les familles intéressantes pendant 3 ans (avec au moins une année menée en bio). Une fois ce laps de temps passé les variétés identifiées sont retournées à Wageningen et comparées. Finalement (car le projet prend en 2019) 11 gènes résistantes sont être identifiées grâce au projet (dont 5 qui ne sont pas présent dans les variétés commerciales).

On pourrait mettre en parallèle ce projet avec ce qui se passe en France. Effectivement, en France également, des croisements sont réalisés à la demande de producteurs afin de tenter d'identifier des caractéristiques voulues pour une création variétale. Cependant, dans ce type de projet, l'objectif est clair (résistances au mildiou) et se définit dans un cadre bien précis au service de l'agriculture biologique. Autre point important, les royalties pour les variétés obtenues vont être en partie pour les producteurs ayant sélectionnés les variétés, contrairement à la France où les royalties iront aux obtenteurs.

Le chef de projet de Bioimpuls a pu également me faire part de l'importance de développer les résistances aux virus, et du frein à son développement.

« C'est un dilemme énorme pour les sociétés de sélection, d'un côté ils vendent chaque année ces semences saines, d'un autre côté, si on veut vraiment développer la filière biologique, l'unique direction est de développer les résistances aux virus. » Pro 02-03-2019

3.1.2.2 Rubra Spes en Italie

En Italie, un groupement de producteurs cultivant des plants en montagne a décidé de prendre les choses en main. Ne trouvant pas satisfaction dans le panel de variétés proposé par le catalogue officiel, ils ont choisi de créer une variété adaptée à leur terroir et pas à l'export. Aujourd'hui, à titre d'exemple, Bretagne Plants exporte 70% de sa production. Les acteurs du projet « Rubra Spes » soulignent qu'il est important de faire de la sélection à l'endroit où va être cultivée la pomme de terre.

C'est à partir de la graine d'une variété connue (*Quarantina*) qu'ils ont développé, avec le réseau d'agriculteur de la zone, la *Rubra Spes*, une variété aux qualités organoleptiques similaires à la variété de référence mais aux caractéristiques de résistances supérieures.

3.2 Centre d'origine de la pomme de terre : les pratiques traditionnelles dans les Andes.

Toutes les pommes de terre que nous retrouvons ici en France, en Europe et dans le monde viennent à la base des Andes où les pommes de terre sauvages poussent de manière spontanée. Il paraît donc intéressant de se tourner vers un savoir-faire ancestral qui y est pratiqué puisque la pomme de terre y est cultivée depuis des siècles.

Dans le but de donner des clefs de réflexion aux acteurs de la filière plants de pomme de terre en France, nous allons décrire le système actuel au Pérou à partir de l'entretien avec une chercheuse en culture de pomme de terre au Pérou.

Le Pérou n'a pas échappé à l'influence de l'occident concernant la réglementation de la production de plants de pomme de terre. En effet, le schéma de production légal de plants certifiés est exactement le même que celui en France (multiplication *in vitro*...) Cependant seulement 1% des agriculteurs achètent des plants certifiés, car la plupart des agriculteurs n'ont pas les ressources financières pour acheter des plants certifiés. Il existe donc deux systèmes de production de plants au Pérou, l'un similaire au modèle européen (mis en place par « el Instituto de Investigaciones Agropecuarias » INIA) et un autre système, informel et basé sur l'autonomie paysanne, auquel nous nous intéressons.

L'INIA, soutient que les problèmes de rendement rencontrés par les agriculteurs andins sont causés par des semences avec une charge virale trop importante. Cependant, la chercheuse, soutient que les problèmes de rendements sont en réalité dus à la **pauvreté des sols** en altitude, peu profonds et sans rotations. Selon elle, les agriculteurs dans ces régions gèrent en réalité plutôt bien les virus avec des pratiques ancestrales. Les paysans, même si la loi le leur interdit, produisent eux même leurs plants et conservent leurs familles. La technique consiste, quand une famille est « *cansada* » (fatiguée), à la monter dans les hautes montagnes (à plus de 3000m d'altitude) pendant 1 an et ainsi, les tubercules filles récupérées seront exemptes de virus. Les agriculteurs pourront ensuite continuer à produire avec ces familles. Cela montre ici que l'environnement peut avoir un impact très important sur la pomme de terre. De plus, les paysans péruviens, n'achetant pas de nouveaux plants, récupèrent une partie de la récolte précédente pour la culture. Ils opèrent à une sélection naturelle, puisqu'ils sélectionnent en milieu non protégé et totalement naturelle, donc exposé aux bio-agresseurs. Ils sont en possession de variétés résistantes et tolérantes. Toujours selon cette chercheuse, la filière de plants de pomme de terre peut apprendre de ce système informel : *"Beaucoup de bonnes choses viennent du modèle biologique avant l'industrialisation dont on doit se rapprocher"* (Ch 12-02-2019).

Même les gros producteurs de pomme de terre se trouvant sur la côte, avec un bon sol, se fournissent en plants venant d'agriculteurs des montagnes, considérant que *"Les semences paysannes sont plus efficaces que les semences certifiées"* (Ch 12-02-2019).

Sur une même parcelle il est courant de trouver entre vingt et trente variétés différentes. Le nombre de variétés recensées cultivées est de 120 variétés, mais le nombre réel de variétés cultivées y est probablement plus important.

D'autres méthodes naturelles sont utilisées pour éloigner les pucerons ; au Sud, les plants sont entreposés sur de la paille de *muña* qui a effectivement un fort pouvoir insecticide. Dans la vallée du *Mantaro* on utilise des tiges de lupin.

3.3 Les acteurs de la biodiversité cultivée

Il est question ici d'identifier les stratégies mises en place par des collectionneurs, des jardiniers amateurs, ou encore par des producteurs ayant la volonté de s'émanciper du système semencier actuel, afin de gérer la dégénérescence et donc les virus en culture de pommes de terre en essayant de s'adapter à leur territoire.

A partir des entretiens réalisés, ont été identifiés plusieurs leviers concernant la gestion des virus.

Le premier, et pas des moindres, relève du savoir-faire et de « l'effet producteur ». En effet, un point commun entre tous ces acteurs est la connaissance du cycle de la culture de la pomme de terre ainsi que des vecteurs du virus (les pucerons). Leur démarche exige une observation fréquente de la parcelle après la levée et la formation des premières feuilles dans un but d'épuration des plants identifiés comme malade.

« Il faut un œil habitué pour reconnaître les plants malades ». AcBiodiv 25-02-2019

Une autre technique avec des approches différentes en fonction des acteurs est la multiplication et la régénération des familles sans semer le tubercule, comme cela se fait habituellement. L'un des acteurs replante seulement les germes (ou cimes) d'un tubercule pour remettre les pommes de terre en bonne santé.

« On voit une belle différence même quand le virus commence, en prenant les plus saines et en plantant le germe ça se remet en ordre en général » AcBiodiv 25-02-2019

La plantation des germes paraît être une bonne piste dans la conquête de la lutte contre la dégénérescence. De plus cela permet de garder les gros tubercules tout en pouvant les replanter et atteindre de bons rendements, selon l'expérience d'un jardinier :

« Les expériences pratiquées montrent que les cimes des gros tubercules donnent des récoltes généralement bien supérieures à celles qu'on obtient en semant des tubercules entiers moyens » AcBiodiv 25-02-2019



Figure 7 : Photo prise par un jardinier lors d'une de ses nombreuses expériences empiriques : à gauche, plants de la variété « Vitelotte » sélectionnés à partir de tubercules / à droite : plants issus du même lot sélectionnés à partir de germes

L'autre acteur enquêté utilise une méthode différente pour lutter contre la dégénérescence. Elle multiplie par « boutures de tête » afin de limiter la propagation des maladies virales.

« On peut multiplier les plants restants par des « boutures de tête », un plant peut fournir 4-5 boutures, qu'on poussera à former des racines dans un pot de fleurs dans une serre ou au bord d'une fenêtre, et qu'on replantera ensuite. » AcBiodiv 05-03-2019

Les conditions de culture, dont la pomme de terre est très sensible, sont prises très au sérieux par ce type d'acteurs. Ils préconisent des plantations estivales, c'est-à-dire planter en juin pour récolter en automne (pression pucerons plus faible), de semer à faible densité pour que la plante soit aérée. Ces conditions, avec un mode de production biologique faible en intrants, permet une croissance plus lente de la pomme de terre.

« Avec trop d'engrais la pomme de terre pousse trop vite et est plus atteinte par les maladies, elle est plus attractive pour les pucerons. En ayant des plantes tardives qui vont pousser très lentement au printemps et ça continue de pousser plus tard en automne ou la pression des pucerons est beaucoup plus faible. Les plantes très rapides, qui vont être très vertes, sont beaucoup plus malades. » AcBiodiv 25-02-2019

La destruction de la culture est aussi de mise avec le défanage de la culture afin de réduire la pression des pucerons.

Un des acteurs souligne l'importance d'avoir un sol de bonne qualité *« Une plante bien nourrie, comme les humains, va être plus apte à se défendre contre les agressions extérieures »* AcBiodiv 07-03-2019.

Même avec toutes ces précautions, un des acteurs enquêtés reconnaît qu'historiquement, *« de nombreuses variétés ont certainement déjà disparues »* AcBiodiv 05-03-2019.

3.4 La pomme de terre de semis (semence botanique).

Cette technique connaît déjà quelques adeptes, Parmentier, dès 1789, recommandait déjà cette méthode de sélection après semis pour *"régénérer par la voie des semis les espèces fatigués et abâtardies"*. (Mathon, 1953). En effet *"L'utilisation de semences botaniques pour la culture de pomme de terre est aussi vieille que la culture de pomme de terre elle-même"*. Acbiodiv, 05-03-2019. Aujourd'hui, la graine est l'outil de création variétal, mais est-il possible de reproduire la pomme de terre par graine dans la pratique agricole ?

Effectivement la problématique virus ne serait qu'une vieille histoire, puisque les virus ne se transmettent pas par la graine.

On peut distinguer deux types d'expérimentation sur la production de graine. D'un côté, deux artisans, un en France et un au Luxembourg, et de l'autre, une entreprise, BEJO, la première à avoir déposé une variété de pomme de terre (semence botanique).



Figure 8 : Résultat d'une expérimentation de régénération par graine dans l'ouest de la France après deux générations (source : photo personnelle)

Les artisans expérimentent de manière très empirique. Ils ont récupéré les graines sur les variétés donnant le plus de graines. Ils ne font pas de pollinisation forcée.

« Seul la pomme de terre en bonne santé fait des semences, si elles sont malades on n'aura pas de semences. » Acbiodiv 25-02-2019

La première année de récolte après avoir semé les graines, les tubercules issus de celle-ci sont de petits calibres, il faudra les replanter pour obtenir des calibres « viables ». De plus, la pomme de terre étant tétraploïde, *« Parfois c'est homogène et parfois non »*, la culture ne répond généralement pas aux critères d'homogénéité et de stabilité.

Les deux artisans ont commencé ce genre d'expérimentation il y a 2 ans pour l'un, et 3 ans pour l'autre. Il est donc trop tôt pour dégager des résultats et des observations probants. Cependant il est encourageant de montrer que cette technique peut avoir de nombreux avantages dans un contexte de jardinage ou de maraichage diversifié. Outre les avantages techniques, ces expérimentations empiriques menées par ces acteurs sont un moyen de s'émanciper d'une filière plants considérée contraignante et verrouillée.

D'un autre côté, BEJO, une entreprise semencière basée aux Pays-Bas, a été la première à inscrire une variété *True Potato Seed (TPS)* de pomme de terre, OLIVER F1, grâce à une expérimentation temporaire européenne. BEJO met en avant l'avantage logistique et l'adaptabilité de ce type de semences pour les pays du Sud et les territoires chauds et isolés. Cependant cette variété est inscrite sur la liste

européenne, et l'entreprise vise également le marché européen. La variété n'est pas inscrite sur le catalogue officiel des variétés de pomme de terre car elle ne respecte pas les critères VATE malgré les efforts de l'entreprise. Elle est donc inscrite sur la liste des potagères.

BEJO a en effet réussi à stabiliser la pomme de terre en générant des variétés di haploïde homozygote (contre tétraploïde hétérozygote pour les variétés cultivées). Cependant, pour le bio, il faudra être vigilant aux techniques utilisées, autorisées ou non en bio, pouvant ne pas être en cohérence avec les principes de l'IFOAM (avec notamment les nouveaux OGM (NBT²) et les hybrides F1).

De plus certains membres de la FN3PT soutiennent que « *la multiplication par voie sexué n'est pas naturelle, la pomme de terre se reproduit végétativement dans la nature* » Pro 01-02-2019

² New Breeding Techniques

4 Perspectives

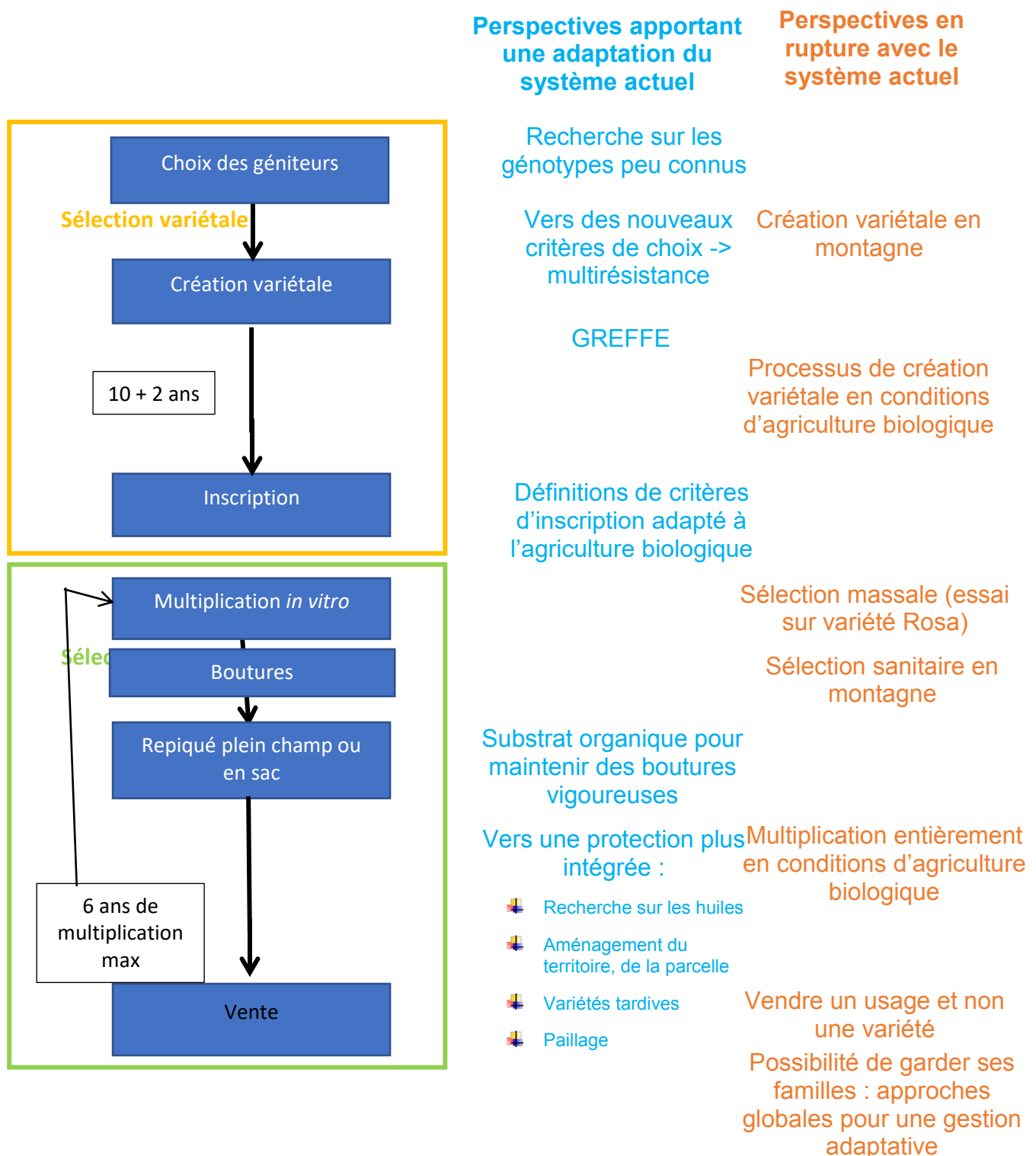


Figure 9 : Représentation des perspectives sur les différents niveaux du schéma actuel

On retrouve dans le schéma ci-dessus le schéma de sélection actuelle (à gauche) ainsi que les différentes perspectives de recherche proposées agissant à différents niveaux, elles présentent soit une rupture avec le système actuel, soit une adaptation de celui-ci. Ces perspectives relèvent des observations et de l'analyse des résultats de cette étude, et peut-être subdivisé en grands points, sur lesquels il est pertinent d'agir.

L'importance de la relation plante – environnement.

Il a été souligné que l'environnement dans lequel évolue la plante est très impactant sur sa physiologie. En effet il a été montré que la température et le taux d'oxygène (expérience en montagne) affectent des phénomènes épigénétiques des plantes (encore peu connus) qui seraient à l'origine de la mise en place d'une défense chez la plante. En conséquence, la transmission de l'infection d'une génération à l'autre n'est pas complète dans des conditions montagnardes. Il serait donc intéressant d'expérimenter une *création variétale* et une *sélection sanitaire* en zone de montagne.

Également, la qualité du sol relève de l'interaction entre la plante et l'environnement. **Le rôle des sols dans la préservation de la santé des végétaux reste largement à explorer, dans l'objectif** de développer une stratégie de conservation et de préservation de la qualité des sols favorable à la santé.

L'importance de la relation plante – pathogène.

La coévolution entre plantes et virus est mise en avant, ainsi que la possibilité de prendre en compte cette coévolution pour la création variétale et la sélection massale. Cette approche propose de se baser sur les capacités des plantes à tolérer, voir s'adapter au virus, ainsi que la capacité des producteurs à mettre en œuvre des pratiques culturales favorisant la santé des plantes. Ainsi, au lieu de tenir les virus à l'écart, l'objectif devient de vivre avec les virus.

La variété 'Rosa' apparaît comme un modèle particulièrement intéressant pour étudier l'interaction plante – virus et les effets, peut-être contre-intuitifs, qu'elle peut avoir. Il serait donc pertinent de développer des essais en champs avec la variété 'Rosa', avec des taux différents de virus, afin d'observer les différentes caractéristiques acquises au bout d'un certains nombres de générations, sur une variété sur laquelle plusieurs acteurs enquêtés ont remarqué des effets inattendus – positifs – du virus.

Afin de garder les familles le plus longtemps possible et de mieux comprendre les processus de coévolution, il serait judicieux d'expérimenter une sélection massale avec différent types génotypiques et phénotypiques de pomme de terre. Une meilleure connaissance de phénomènes épigénétique, qui, un nombre croissant d'études le montrent, jouent un rôle sur les mécanismes de défense des plantes, pourrait être mise à profit du travail de sélection massale. Bien sur tous ces essais, en conditions d'agriculture biologique, pour que la plante soit soumise aux conditions du milieu, dans un but de gestion adaptative des viroses.

L'importance de l'interaction entre la plante, le vecteur du pathogène, l'environnement et l'Homme.

Prendre en compte un écosystème entier, incluant l'Homme, pour la santé des plantes, est capital. En connaissant le cycle des pucerons et les mécanismes de transmission, il faudrait élaborer des stratégies de défense agroécologiques avec l'aménagement de talus comme barrière physique, la mise en place de culture d'association (difficile en pomme de terre), le paillage, des recherches sur les huiles, et repenser les dates de plantation (plantations estivales) pour éviter les vols de pucerons.

Prendre également en considération l'Homme puisque, avec des moyens de gestion de moins en moins curatif, l'agriculteur redevient vraiment maître de sa parcelle et de sa gestion. Il pourrait y avoir la mise en place de formations.

L'importance de développer des variétés résistantes.

Les critères ciblés par la ACNVPT devraient plus se diriger vers de la multirésistance et non sur des segments de marché ciblés.

Des recherches sur les géniteurs à l'INRA de Ploudaniel pourraient être réalisées afin de connaître et d'identifier des génotypes intéressants, surtout pour l'agriculture biologique. La greffe pourrait être pertinente pour la réalisation de croisements réputés difficiles entre espèces sauvages de pomme de terre et espèces cultivées.

Afin de développer des résistances, ou des tolérances, il est important que cela se fasse en milieu hautement contaminant (en présence de ravageurs/pathogènes), sans protection. Le processus de création variétale pour l'agriculture biologique doit donc être sur toute sa durée (tests, évaluations...) en conditions d'agriculture biologique (ce qui ne signifie pas sans protection).

Une approche participative, au même titre que celle réalisée en Hollande pour des résistances au mildiou, serait pertinente à mettre en place en France sur la question des viroses.

De plus aujourd'hui, on connaît des gènes de résistances, qui, étudiées, pourraient permettre d'acquérir des variétés résistantes et agronomiquement viables. Cependant, tant que le système commercial sera basé sur la vente de plants indemnes de virus, le développement de variétés résistantes sera peu favorisé.

L'aspect réglementaire et commercial

On a pu remarquer que l'aspect réglementaire au niveau sanitaire était très strict et était un élément de blocage pour l'agriculture biologique. Avec un nouveau règlement et la définition de variétés biologiques, une suppression des dérogations pour l'utilisation de semences conventionnelle, on s'avance peu à peu vers une production de plants entièrement biologique. La définition de nouveaux critères d'inscription adapté à l'agriculture biologique est indispensable pour la valorisation et la cohérence du modèle agricole biologique, n'impliquant pas la même évaluation qu'en conventionnel.

Il est important de reconsidérer l'importance de telle ou telle variété, parmi les cultures légumières il n'y a que sur la pomme de terre qu'on étiquette la variété. Il serait intéressant de revoir l'image que l'on vend, vendre un usage plutôt qu'une variété donnée.

Une dernière piste intéressante est la reproduction sexuée. Un des problèmes majeurs est qu'elle ne répond pas aux critères VATE. Des essais en plein champs sur la tenue et la santé des plants seraient intéressants et valorisables, sachant les résultats que certains acteurs de la biodiversité cultivée ont pu remarquer. Avec la nouvelle réglementation de l'AB et le concept de matériel hétérogène restant encore à définir, il pourrait y avoir une carte à jouer. Il faudra cependant être vigilant aux techniques employées, encore une fois dans le but d'être un maximum cohérent avec ce que l'agriculture biologique tend à être et à défendre.

Conclusion

Ce travail, comme précisé en introduction, a proposé une approche et des pistes de recherches avec des objectifs différents par rapport à l'approche que la filière apporte aujourd'hui. Je répète également que cet ouvrage n'a pas la prétention, sur un travail de 3 mois, de connaître parfaitement l'organisation de la filière et tous les leviers existants et tout ce qui en suit.

Cet ouvrage est donc pour tous les acteurs de la filière plant de pomme de terre ayant de l'intérêt pour réfléchir à une gestion des virus alternative à ce qui est pratiqué dans la filière aujourd'hui. Il est également pour les curieux du grand public.

C'est donc maintenant aux acteurs de se saisir de la question, de décider des enjeux et de la démarche à suivre, sachant, avec notamment le réchauffement climatique, que les conditions environnementales vont évoluer et être plus favorables à la transmission des virus. Il serait donc pertinent d'entrevoir une approche différente de la gestion des viroses sur la sélection des plants de pommes de terre français.

Références bibliographiques

- E. Leclerc (1948) '*La sélection des pommes de terre de semence dans le Morvan*', pp. 200–203. Available at: www.persee.fr/doc/ingeo_0020-0093_1948_num_12_5_5408.
- FN3PT (2019) *La filière française, plant de pomme de terre français*. Available at: <http://www.plantdepommedeterre.org/index/la-filiere-francaise>.
- IFOAM (2019) '*LES PRINCIPES de L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE*'. Available at: https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_french_web.pdf.
- Lukas Bulher, L. B. et al. (2017) '*Incomplete infection of secondarily infected potato plants - a environment dependant underestimated mechanism in plant virology*'. Edited by Laurent Gentzittel. *Frontiers in plant science*. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00074/full>.
- T. F. Döring et al. (2011) '*Concepts of plant health – reviewing and challenging the foundations of plant protection*'. *Plant Pathology*. Available at: <file:///C:/Users/Simon%20Le%20Grumelec/Downloads/2011.Doring%20et%20al.Plant%20Health.pdf>.
- Claude Charles Mathon (1953) *La pomme de terre, la dégénérescence vaincue et l'amélioration des variétés*. (Elevage et culture).
- Fabrice Trehorel (2001) *La production de plant de pomme de terre biologique : aspects phytosanitaires et organisationnels*.
- P. Rousselle, Y. R., J. Crosnier (1996) *La pomme de terre*. INRA
- Nicole Benhamou (2009) *La résistance chez les plantes*. Lavoisier.
- M.A Beauverie (1928) '*Les maladies à Virus d'après les travaux récents*'. Available at: https://www.persee.fr/doc/jatba_0370-3681_1928_num_8_82_4627#jatba_0370-3681_1928_num_8_82_T1_0407_0000.
- Plants de Bretagne (2019) *Le plant de Bretagne, historique*. Available at: <http://www.plantsdebretagne.com/filiere/histoire.html>.
- Nicolas Harmé, F. F., Eric Haubruge, Philippe Giordanengo (2008) '*Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante*'. Available at: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/34190/1/1757.pdf>.
- Université de Genève (2019) *BiOutils, le test ELISA*. Available at: <https://www.bioutils.ch/protocoles/14-le-test-elisa>.
- Bureau Veritas (2016) '*Synthèse des évolutions réglementaires*'. Available at: <https://filiereagro.bureauveritas.fr/medias/synthese-evolutions-reglementaires-bio-au-08-11-2016.pdf>.
- GNIS pédagogie (2019) Les principes de la sélection. Available at: <https://www.gnis-pedagogie.org/biotechnologie-amelioration-principe-selection.html>.
- Bouharmont J., 1994. Création variétale et amélioration des plantes. Chapitre 13, Partie IV-Base agronomiques de la production végétale. pp. 1-338, Paris-France.
- Joseph Magrou, Des Orchidées à la Pomme de terre, N.R.F., 1943
- Pumplin, N., and Voinnet, O. (2013). RNA silencing suppression by plant pathogens: defence, counter-defence and counter-counter-defence. *Nat. Rev. Microbiol.* 11, 745–760.
- Dalmay, T., Hamilton, A., Mueller, E., and Baulcombe, D. C. (2000). Potato Virus X amplicons in *Arabidopsis* mediate genetic and epigenetic gene silencing. *Plant Cell* 12, 369–379.
- Qu, F., and Morris, J. T. (2005). Suppressors of RNA silencing encoded by plant viruses and their role in viral infections. *FEBS*

ANNEXES

ANNEXE I - Réflexion personnelle sur les métiers de recherche, de développement et innovation.....	I
ANNEXE II - Guide thématique d'entretien.....	II
ANNEXE III- Obtention d'une variété, 10 années de recherche – Document de travail Bretagne Plants.....	IV
ANNEXE IIII- Evaluation de la Valeur Agronomique Technologique et Environnementale (VATE) des nouvelles variétés à l'inscription au Catalogue Français.....	V

ANNEXE I - Réflexion personnelle sur les métiers de recherche, de développement et innovation

« Ils ne savaient pas que c'était impossible alors ils l'ont fait » Mark Twain

Les métiers de la recherche sont des leviers indispensables pour le développement d'un secteur donné, notamment en agriculture. En effet ces métiers s'inscrivent dans des contextes, des problématiques bien précises et permettent donc une approche intégratrice des problématiques.

En recherche, parfois on trouve ... Effectivement la recherche part du principe que l'on veut découvrir ou explorer quelque chose pour faire avancer vers le meilleur un domaine donné. Si on se limite à ce qui est possible à un moment T, on se met beaucoup de barrières. Il est donc important d'avoir une ouverture d'esprit et une curiosité à toute épreuve.

De plus, de nos jours, il est indispensable de s'appuyer sur des études afin de faire valoir certains arguments, en effet la recherche devient un outil d'argumentation pour faire valoir une cause, politique, commerciale, environnementale.... La recherche permet aux acteurs d'un domaine d'être crédible. Étant donné sa rigueur scientifique et le nombre grandissant d'études, la recherche est utilisée comme support pour le développement d'un domaine, quel qu'il soit.

Les sources bibliographiques, réalisé pour chaque étude, sont elle-même des études de recherche (pour la plupart). Avec internet, les revues scientifiques, les études sont de plus en plus disponibles et permettent à d'autres études de naître donc plus facilement.

Ce type de métier, comme mentionné précédemment, demande une rigueur scientifique importante, mais également une capacité de remise en question et de réserve. En effet, avec les chiffres ou en fonction d'une méthode donnée, les résultats peuvent être interpréter de différentes manières.

L'expérience que j'ai pu acquérir durant ce stage est une rigueur et une méthode. Cependant, ce stage est une étude exploratoire, et doit prendre en comptes de nombreux facteurs dans le but d'avoir une vision globale de la problématique. Il ne se fixe pas sur un point, qui pourra par exemple être analyser statistiquement (ou du moins pas en seulement 3 mois), comme l'expérimentation d'une nouvelle pratique culturelle par exemple.

ANNEXE II - Guide thématique d'entretien

Question de recherche :

Comment la santé du plant de pomme de terre biologique est-elle gérée ? Quels sont les points d'améliorations et de verrouillages ?

Consigne initiales possibles :

Producteurs : Comment gérez-vous les maladies des plants dans votre système de production ?

Chercheurs : Expliquez-moi votre travail concernant :

- Le fonctionnement des virus et mécanismes/facteurs qui influent sur leur relation avec les plantes
- La sélection participative

Institutions : Quel est votre rôle dans la filière plants de pomme de terre biologique par rapport à la qualité de la semence ?

Virus

Virus [transmission, épidémiologie, résistance, mécanisme évolutif, adaptation, contrôle, management, certification, facteurs de sensibilité]

Qualité de semences

Qualité d'une semence [définition, phytosanitaire, variété, critères, alternatives, attentes]

Assurer la qualité [pratiques, culture, sélection, tests, création variétale, analyses, contrôles, difficultés, attentes des clients, expérimentation (*modalité mise en place d'une expérimentation*), agriculture biologique, conservation des familles saines, stimulateurs de défense]

Tolérance et résistance des semences [environnement trop contrôlé, incidence fertilisation NPK sur génétique, perte biodiversité, influence nutrition]

Systèmes de production

Agriculture [paysanne / industrielle ; conventionnelle / biologique ; relation avec société]

Production de semences [artisanale / industrielle ; adaptation ; variétés ; signification]

Maladies des plantes [Définition, signification, lutte (huile ?), problématisation]

Ecosystème [sol, microorganismes, plantes, producteurs]

Législation sur la santé des plantes

Rôle de la législation [en général ; avantages et inconvénients ; nécessité]

Impact sur la production [application, contrôles, sanctions, pratiques]

Acteurs [législateurs, application, institutions, PV, contrôleurs, chercheurs, ONG, relations]

Difficultés [pour la pratique, dépendant du système de production, application, compréhension, information]

Règlementation [sanitaire, stricte, verrouillages, évolution, monopole, perte d'autonomie]

Compétences et pratiques

Rôle [métier, engagement, motivation]

Compétences [formation, expérience, curriculum]

Quotidien [relations de travail, lieu, tâches]

Relations

Producteurs [réseaux, organisation, conseil, clients, coopération]

Institutions [BretagnePlants, GNIS, RSP, INRA, DouarDen]

Recherche [entre chercheurs / disciplines, recherche et pratique]

Politique [action politique, réseau]

Perspectives

Pratiques alternatives [pomme de terre de semis...]

Evolution [législation, augmentation de la bio, cohérence, CC, recherche]

Points d'améliorations

Alternatives à *l'in vitro* [problème éthique]

Fin / ouverture

Avez-vous des questions par rapport à cet entretien ou au travail que je vais réaliser ?

ANNEXE III- Obtention d'une variété, 10 années de recherche – Document de travail Bretagne Plants

1- Jeunes Géniteurs

Les géniteurs, choisis comme parents, sont plantés, en sac de substrat, dans une serre-verre, début mars

2- Géniteurs développés

L'hybridation se réalise en croisant les géniteurs, choisis d'après l'ensemble de leurs caractères, en espérant recombinaison des caractères favorables

3- Bouquet floral

Le sélectionneur se heurte au fait naturel que beaucoup de variétés ont un pollen stérile. Cette stérilité mâle limite les possibilités de croisements

4- Fleurs prêtes à la pollinisation

Fleur « femelle » castrée avant que son pollen ne soit mûr, les anthères sont soigneusement détachées

5- Fleurs Fécondées

Fleurs fécondées après dépôt sur son pistil du pollen de la variété mâle

6- Croisement ensaché

Les baies sont ensachées, identifiées puis récoltées à maturité et stockées au froid. Environ 1000 croisements sont réussis chaque année

7- Graines

Les graines sont extraites des baies, mises à sécher puis dénombrées avant d'être stockées en tube

8- Semis en Terrine

Les croisements paraissant les plus intéressants sont semés en terrine.

9- Repiquage

20 jours après le semis, les plantules sont repiquées en godets afin d'obtenir des tubercules

10- Tubercules

Les tubercules sont sélectionnés selon leur forme, couleur de peau, profondeur des yeux... puis entreposés au froid jusqu'au printemps

Sélection au champ

1^{ère} année

Les tubercules issus de serre sont plantés au champ, individuellement et espacés de 80cm. Après une sélection sur le feuillage et sur le tubercule, 6 tubercules sont récoltés par clone

2^{ème} année

Des micro parcelles de 6 tubercules sont plantées, puis subissent une sélection sur le feuillage et sur tubercules (forme, couleur, nombre, grosseur...)

3^{ème} année

Chaque hybride est planté dans 2 parcelles distinctes (une de multiplication, et une menée à maturité pour juger la valeur agronomique et technologique de l'hybride)

4^{ème} année

A partir de la 3^{ème} année, de nombreux tests sont effectués après récolte : productivité, matière sèche, sensibilité aux chocs, aptitude à la cuisson, dégustation, fritabilité, chippabilité

Résistance aux maladies

Durant les années de sélection, des tests de sensibilité aux maladies sont réalisés : mildiou du feuillage, mildiou du tubercule, gale, virus, nématodes....

Source : Bretagne Plants

ANNEXE III- Evaluation de la Valeur Agronomique Technologique et Environnementale (VATE) des nouvelles variétés à l'inscription au Catalogue Français

→ Jugement des variétés :		Consommation/ chair ferme *	Fécule
Caractères d'utilisation	Caractères	nb de points	nb de points
	Rendement t/ha	% du témoin / 4	
	Rendement en fécule t/ha		% du témoin / 4
	Présentation des tubercules :		
	- Forme des tubercules	0,5 x note de 1 (irrégulière) à 9 (très régulière)	
	- Yeux (degré d'enfoncement)	0,25 x note de 1 (enfoncés à 9 (très superficiels)	
	- Aspect de la peau	0,25 x note de 1 (déplaisant) à 9 (très beau)	
	Qualité culinaire :		
	- Qualité gustative	2 x note : 1 (< Témoin), 3 (= T) ou 4 (> T)	
	- Degré de noircissement après cuisson	2 x note : 0 (très > T), 1 (> T), 2 (légèrement > T) ou 3 (= T)	
	- Texture et homogénéité de la chair	2 x note : 0 (très < T), 1 (< T) ou 2 (= T)	
	Précocité et vitesse de tubérisation	+ 1 à 4 points	
	Aptitude à la conservation	1 x note de 1 (très faible) à 9 (très bonne)	1 x note de 1 (très faible) à 9 (très bonne)
	Teneur en matière sèche	+ 1 ou 2 points	
	Coloration à la friture	1 x note de 1 (très foncée) à 9 (très claire)	
Résistances aux bioagresseurs et sensibilités aux accidents physiologiques	Maturité		-1 à - 3 points
	Teneur en fécule		-1 à - 3 points
	Résistance à l'égermage	1 x note de 1 (Très Sensible) à 9 (Très Peu Sensible)	1 x note de 1 (Très Sensible) à 9 (Très Peu Sensible)
	Résistance au mildiou du feuillage	1,5 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)	1,5 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)
	Résistance à la gale commune	1 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)	1 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)
	Résistance au virus Y	1 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)	1 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)
	Résistance au virus de l'Enroulement	0,5 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)	0,5 x note de 1 (TS) à 9 (TPS)
	Résistance aux nématodes à kystes :		
	<i>G. rostochiensis</i> Ro 1-4 : variété Assez Résistante ou Résistante	+ 1 point	+ 1 point
	<i>G. pallida</i> Pa 2-3 : variété Assez Résistante ou Résistante	+ 1 point	+ 1 point
	Résistance au virus X : variété résistante	+ 1 point	+ 1 point
	Résistance au virus A : variété résistante	+ 1 point	+ 1 point
	Résistance au mildiou du tubercule		
	variété peu sensible	+ 1 ou 2 points	+ 1 ou 2 points
	variété sensible	- 1 à - 4 points	- 1 à - 4 points
Note enviro-ronnementale	Sensibilité à d'autres parasites ou ravageurs	- 1 à - 4 points	- 1 à - 4 points
	Sensibilité à des défauts physiologiques notables	- 1 à - 5 points	- 1 à - 5 points
	Sensibilité aux chocs	- 1 ou - 2 points	- 1 ou - 2 points
	Attribution de bonifications ou pénalités en fonction de la réduction ou l'augmentation potentielle du nombre de traitements fongicides estimée en fonction de la sensibilité au mildiou du feuillage et au mildiou du tubercule, et d'une bonification pour les variétés possédant la double résistance aux nématodes à kystes <i>G. rostochiensis</i> Ro 1-4 et à <i>G. pallida</i> Pa 2-3.		
	- Mildiou du feuillage et mildiou du tubercule	- 2 à + 7 points	- 2 à + 7 points
	- Résistance à <i>G. Ro 1-4</i> et <i>G. Pa 2-3</i>	+ 1 point	+ 1 point
La cotation finale est calculée en additionnant les points			
Pour être inscrite		≥ 74 points	≥ 49 points
* Classification « catégorie consommation à chair ferme » si :			
Note de qualité culinaire = 8 ou 9 et Tenue cuisson = Témoin et Index longueur / largeur du tubercule ≥ Témoin et Calibres des tubercules ≤ Témoin			

Source : geves.fr